

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of	:	
	:	
Ming-Tsung CHU et al.	:	Group Art Unit: Not Yet Assigned
	:	
Application No.: Not Yet Assigned	:	Examiner: Not Yet Assigned
	:	
Filed: November 25, 2003	:	

For: **ROTOR STRUCTURE OF LINE-START PERMANENT MAGNET
SYNCHRONOUS MOTOR**

CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119

Assistant Commissioner of Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

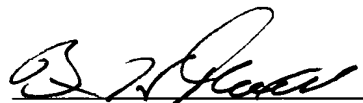
Sir:

Pursuant to the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55, Applicant
claims the right of priority based upon **Taiwanese Application No. 092120791 filed
July 30, 2003.**

A certified copy of Applicant's priority document is submitted herewith.

Respectfully submitted,

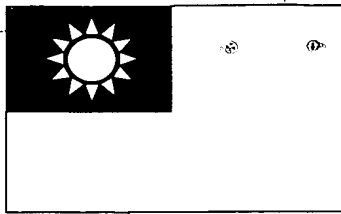
By:



Bruce H. Troxell
Reg. No. 26,592

TROXELL LAW OFFICE PLLC
5205 Leesburg Pike, Suite 1404
Falls Church, Virginia 22041
Telephone: (703) 575-2711
Telefax: (703) 575-2707

Date: November 25, 2003



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2003 年 07 月 30 日
Application Date

申請案號：092120791
Application No.

申請人：朱明聰、陳明志
Applicant(s)

局長
Director General

蔡練生

發文日期：西元 2003 年 10 月 7 日
Issue Date

發文字號：03221007540
Serial No.

申請日期：	IPC分類
申請案號：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中 文	自行起動式永磁同步馬達轉子結構
	英 文	ROTOR STRUCTURE OF LINE-START PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MOTOR
二、 發明人 (共2人)	姓 名 (中文)	1. 朱明聰
	姓 名 (英文)	1. CHU, MING TSUNG
	國 籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (中 文)	1. 台中縣神岡鄉中山路989巷4號
	住居所 (英 文)	1. NO. 4, LANE 989, CHUNG SHAN ROAD, SHENKANK, TAICHUNG, TAIWAN 429, R.O.C.
三、 申請人 (共2人)	名稱或 姓 名 (中文)	1. 朱明聰
	名稱或 姓 名 (英文)	1. CHU, MING TSUNG
	國 籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中 文)	1. 台中縣神岡鄉中山路989巷4號 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英 文)	1. NO. 4, LANE 989, CHUNG SHAN ROAD, SHENKANK, TAICHUNG, TAIWAN 429, R.O.C.
	代表人 (中文)	1.
	代表人 (英文)	1.



申請日期：	IPC分類
申請案號：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中文	
	英文	
二、 發明人 (共2人)	姓名 (中文)	2. 陳明志
	姓名 (英文)	2. CHEN, MING CHIH
	國籍 (中英文)	2. 中華民國 TW
	住居所 (中文)	2. 台北縣新莊市新泰路305巷23號11樓
	住居所 (英文)	2. 11F, NO. 23, LANE 305, SHIN-TAI ROAD, SHIN CHUNG CITY, TAIPEI COUNTY, TAIWAN 242, R. O. C.
三、 申請人 (共2人)	名稱或 姓名 (中文)	2. 陳明志
	名稱或 姓名 (英文)	2. CHEN, MING CHIH
	國籍 (中英文)	2. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中文)	2. 台北縣新莊市新泰路305巷23號11樓 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英文)	2. 11F, NO. 23, LANE 305, SHIN-TAI ROAD, SHIN CHUNG CITY, TAIPEI COUNTY, TAIWAN 242, R. O. C.
	代表人 (中文)	2.
	代表人 (英文)	2.



四、中文發明摘要 (發明名稱：自行起動式永磁同步馬達轉子結構)

一種自行起動式永久磁鐵同步馬達之轉子結構包含一軸心；四個扇形主磁極，其表面圓弧為一第一磁面偏心圓弧，其中心點為從該轉子之中心點 O 以偏置長度為 OS_1 偏置而來之四個第一偏心點 O_1 ，又該第一磁面偏心圓弧係使最大氣隙厚度 T 約為最小氣隙厚度 t_1 之二至五倍；四個永久磁鐵，分別配置於每一扇形主磁極之內圈；複數個用來形成鼠籠繞組之導體容置槽，其形狀呈梨形，其係以對準每一第一偏心點 O_1 之方向呈環狀且等間距排列而配置於該轉子之該外圈之每一該扇形主磁極中；以及四個凹陷，分別設置於每一該扇形主磁極之第一磁面偏心圓弧之中間點。

五、(一)、本案代表圖為：第 ___11___ 圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

1103 定子齒部

1105 定子槽部

六、英文發明摘要 (發明名稱：ROTOR STRUCTURE OF LINE-START PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MOTOR)

A rotor structure of line-start permanent magnet synchronous motor includes a spindle; four fan-shaped magnetic poles having a first magnetic face eccentric circular arc which has a center O_1 that is offset from the center O of the rotor with an offset length OS_1 and which makes the maximum thickness of the air gap roughly two to four times as much as the minimum thickness of the air gap;



四、中文發明摘要 (發明名稱：自行起動式永磁同步馬達轉子結構)

1111 馬達氣隙

1120 軸心

1121 內轉子

1122 磁面圓弧

1124 第一磁面偏心圓弧

1126 永久磁鐵

1128 導體容置槽

1130 轉子齒部

A、B、C、D 扇形主磁極

E1、F1、G1、H1、E2、F2、G2、H2、E3、F3、G3、H3

半圓凹陷

L1、L2、L3、L4 徑向分隔線

O 轉子之中心點

O1 第一偏心點

w 半圓凹陷之直徑

六、英文發明摘要 (發明名稱：ROTOR STRUCTURE OF LINE-START PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MOTOR)

four permanent magnets disposing in the inner loop of each of the fan-shaped magnetic poles; a plurality of pear-shaped conductor slots disposing in equal spaces in the outer loop of the rotor in each of the fan-shaped magnetic poles and orienting in radial direction having O1 as the center for forming a squirrel cage winding; as well as four recess at the midpoint of the first



四、中文發明摘要 (發明名稱：自行起動式永磁同步馬達轉子結構)

a、b、c、d 磁面偏心圓弧之端點

e1、f1、g1、h1 磁面偏心圓弧之中間點

六、英文發明摘要 (發明名稱：ROTOR STRUCTURE OF LINE-START PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MOTOR)

magnetic face eccentric circular arc in each of the fan-shaped magnetic poles.



一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優

無

二、☐主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間

日期：

四、☐有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐熟習該項技術者易於獲得, 不須寄存。



五、發明說明 (1)

發明背景：

1. 發明所屬之技術領域

本發明係有關於一種自行起動式永久磁鐵 (LSPM, line start permanent magnet) 同步馬達轉子結構 (或簡稱為自行起動式永磁同步馬達)，尤其是一種結合了感應馬達和同步馬達之優點之複合式馬達 (hybrid type motor) 而能降低頓轉轉矩並改善起動特性之自行起動式永久磁鐵同步馬達轉子結構。

2. 先前技術

習知之自行起動式永磁同步馬達為一種複合式馬達，其定子結構與交流感應馬達 (AC induction motor) 或交流同步馬達 (AC synchronous motor) 之定子結構相同，但其轉子結構則結合了交流感應馬達之轉子中之鼠籠 (Squirrel cage) 結構以及交流永磁同步馬達 (AC permanent magnet synchronous motor) 之轉子中之永久磁鐵結構。這種複合式之自行起動式永磁同步馬達在將其定子接上交流電源使產生旋轉磁場 (rotating magnetic field) 後，即可利用其轉子內之鼠籠結構在經由定子產生之旋轉磁場所感應而產生之感應電流而產生起動扭力 (starting torque) 來起動，直到其轉子之轉速達到與定子繞組所產生之旋轉磁場之轉速相同時，亦即馬達轉子到達同步轉速 (synchronous speed) 時，轉子之鼠籠上之感應電流即消失，轉子不再藉鼠籠結構產生扭力，而完全由其轉子上之永久磁鐵與定子繞組所產生之旋轉磁場交互作



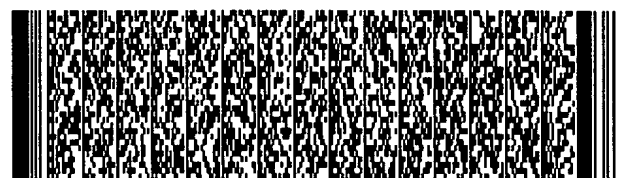
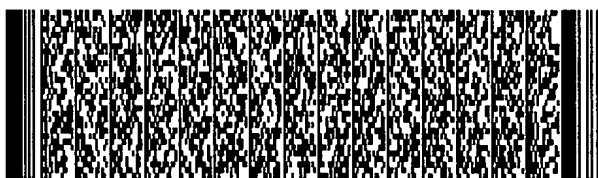
五、發明說明 (2)

用產生扭力。近年來由於永久磁鐵之材質與磁能積 (magnetic energy product) 不斷提升，使得自行起動式永磁同步馬達可在同步旋轉時得到極高之運轉效率 (operation efficiency)。然而，習知之永磁同步馬達由於使用高磁能積之永久磁鐵後，其頓轉轉矩 (cogging torque) 常變得極大，容易產生運轉振動與噪音，因此通常均使用定子斜槽 (skew) 來改善此一缺點，但也因此會使得定子的繞線工作變得困難，且增加馬達之製作成本。

在習知技術中，如第 1 圖所示為美國專利 US 5,952,757, Boyd et al.，其轉子中之永久磁鐵係設置於鼠籠之導體容置槽之外側，但因其所使用永久磁鐵之數目與鼠籠之導體容置槽之數目一樣多，故不但永久磁鐵之組裝較複雜，且極易產生較大之頓轉轉矩。

在習知技術中，如第 2 圖所示為美國專利 US 5,097,166, Mikulic，其轉子之永久磁鐵係設置於鼠籠之導體容置槽之內側，但因其轉子為圓形，故馬達之頓轉轉矩與運轉時之振動與噪音皆較大。

在習知技術中，如第 3 圖所示為美國專利 US 4,922,152, Gleghorn et al.，由於其相鄰二極間之永久磁鐵延伸至轉子鐵心近圓周處，因此此二極間之永久磁鐵必須於轉子之鼠籠壓鑄製造前事先放置於永久磁鐵容置槽內，也因此會由於永久磁鐵無法耐高溫時，極易於在壓鑄製造過程中產生退磁現象。



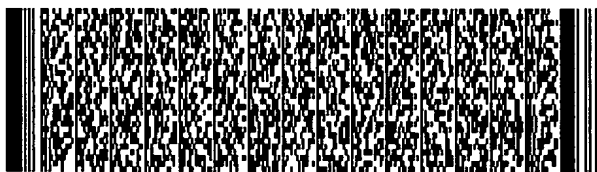
五、發明說明 (3)

在習知技術中，如第 4 圖所示為美國專利 US 4,748,359, Yahara et al., 其係利用調整永久磁鐵之外形來改善馬達之頓轉轉矩，但並未設置鼠籠結構，故若無借助其他裝置便無法自行起動。

在習知技術中，如第 5 圖所示為美國專利 US 4,358,696, Liu et al. 係利用兩組對稱配置之永久磁鐵以構成四個磁極，但其亦有永久磁鐵延伸至轉子鐵心近圓周處。因此，如前述，永久磁鐵必須於轉子之鼠籠結構壓鑄製造前事先放置於永久磁鐵容置槽內，也因此會由於永久磁鐵無法耐高溫時，極易於在壓鑄製造過程中產生退磁現象。

在習知技術中，如第 6 圖所示為美國專利 US 4,139,790 之永久磁鐵係設置於轉子之鼠籠之導體容置槽之內側，但其轉子為圓形，故馬達之頓轉轉矩與運轉時之振動與噪音皆較大。

在習知技術中，如第 7 圖所示之中華民國專利 TW 371,126, 康基宏等人之「永磁式感應同步機轉子結構改良(一)」中之第五圖實施例，以及如第 8 圖所示之中華民國專利 TW 362,843, 康基宏等人之「永磁式感應同步機轉子結構改良(二)」中之第三圖實施例，在此兩個習知之專利中，其轉子中心至轉子表面係呈不等距，且其轉子表面係採用較一般圓形轉子較小之曲率半徑，但其專利說明書中並未說明如何以較小之半徑構成此一轉子表面。此外 TW 371,126 其永久磁鐵容置槽並非依轉子鐵心之半徑方向，



五、發明說明 (4)

且容置槽之外端延伸至轉子鐵心近圓周處，且其 TW 371,126 之永久磁鐵第二容置槽係朝轉子鐵心之半徑方向設置，並亦延伸至轉子鐵心近圓周處。一般鼠籠結構之製作係將整個馬達轉子鐵心置於壓鑄模內，然後將鎔融之液態鋁 (aluminum) 灌入導體容置槽中 (鋁之鎔點為 268°C) 形成導體條 (conductor bar)，此外亦於馬達轉子鐵心兩端以液態鋁材構成端環 (end ring)，此端環與轉子鐵心兩端緊密相貼，並與轉子鐵心內之每一導體條相連接導通，以構成整體鼠籠結構。前述 TW 371126 與 TW 362843 之技術特徵，由於其永久磁鐵容置槽皆延伸至轉子鐵心近圓周處，但因其轉子結構皆於近圓周處之周邊亦同時設置鼠籠之導體容置槽，因此必須於製作轉子之鼠籠結構前先行放置永久磁鐵，才能進行轉子之鼠籠結構之壓鑄製造。一般高磁能積之稀土永久磁鐵，其永久退磁 (demagnetization) 溫度皆不及 200°C ，若事先放置於轉子永久磁鐵容置槽內，極易於壓鑄製造過程中產生退磁現象。而在習知技術中，如第 5 圖所示之美國專利 US 4,358,696, Liu et al., 其亦有與 TW 371126 或 TW 362843 相似之實施方法，故亦有會產生退磁現象之缺點。

在習知技術中，如第 9 圖所示為日本專利特開 2003-23740 (P2003-23740A)，照山英俊之「永磁式電動機之永磁式轉子」。在此習知之專利中，其每一磁極側皆對應設置一永久磁鐵，而轉子磁面僅描述其係由離轉子中心最大距離處和離轉子中心最小距離之磁極間處所連成之弧



五、發明說明 (5)

線，至於該弧線到底是屬於哪種曲線並無交代。此外，此習知技術也無任何設置能使馬達之主磁極磁通適度減弱，並使自行起動式永磁同步馬達由停止至起動運轉時之暫態，由馬達主磁極磁通造成之自持轉矩得以減少，而能使馬達之起動特性得以改善。更且，此習知之專利並未設置鼠籠結構，故若無借助其他裝置便無法自行起動。

發明內容：

針對以上所述習知技術之缺點，本發明提供一種自行起動式永久磁鐵同步馬達轉子結構，以用來改良至少某些習知技術中之缺點或提供有用之代替品。

本發明的目的之一係涵蓋於本發明之第一實施例中，其係在於利用習知複合式馬達之自行起動式永磁同步馬達中配合提供四個扇形主磁極，其每一扇形主磁極之圓心角呈 90 度，且其表面圓弧為一「第一磁面偏心圓弧」，其中心點為從該轉子之中心點 O 以偏置長度為 OS1 偏置而來之四個第一偏心點 O1，且其半徑各為 R1，故有如次之關係式， $R - R1 = OS1$ ，使馬達之氣隙構成一漸進式不均勻之厚度分佈。其偏置之長度與半徑，則可作調整配合，使馬達氣隙之厚度範圍變化中，其最大氣隙厚度 T 約為最小氣隙厚度 $t1$ 之二至五倍，亦即 $T = 2t1 \sim 5t1$ 。因而使馬達氣隙之磁通密度之徑向分量成為極接近於正弦波之分佈，可使馬達之頓轉轉矩 (cogging torque) 進一步降低，並減少馬達運轉時之振動與噪音。由於採用「第一磁面偏心圓弧」，



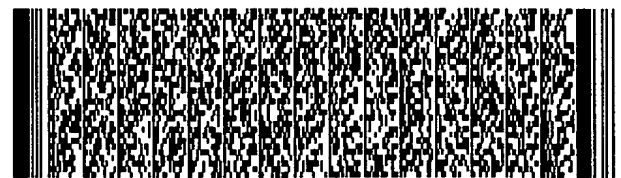
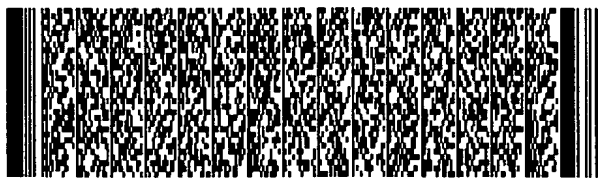
五、發明說明 (6)

故當馬達負載增加時，即使定子繞線所構成之磁場伴隨增加，但因每一扇形主磁極兩端之氣隙較大，尚具有可有效減弱定子繞線磁場對永久磁鐵造成退磁 (demagnetization) 之影響。

本發明之另一目的亦係涵蓋於本發明之第一實施例，其係在於提供形狀呈梨形之複數個導體容置槽，用來形成鼠籠繞組，其每一導體容置槽均與第一偏心點 01 等距離，並係以對準每一第一偏心點 01 之方向呈環狀且等間距排列而配置於該轉子之該外圈之每一該扇形主磁極中，且於其間距處並形成呈突出形狀之轉子齒部，而其位於每兩個扇形主磁極間之間距 (轉子齒部) 則較小。

本發明之又一目的亦係涵蓋於本發明之第一實施例中，其係在於同時配合每一第一磁面偏心圓弧中間點處設置直徑接近馬達定子齒部寬度之半圓凹陷，使馬達之主磁極磁通適度減弱，並使自行起動式永磁同步馬達由停止至起動運轉時之暫態，由馬達主磁極磁通造成之自持轉矩 (self-retaining torque) 得以減少，因而馬達之起動特性得以改善。

本發明之再一目的係涵蓋於本發明之第二實施例中，其係在於其每一該扇形主磁極之複數個導體容置槽之數目為偶數時，除了該轉子之齒部位置上之凹陷以外，其左右相鄰之齒部位置上又各設置一同樣大小之凹陷；而當每一該扇形主磁極之複數個導體容置槽之數目為奇數時，除了該轉子之導體容置槽位置上之凹陷以外，其左右相鄰之導



五、發明說明 (7)

體容置槽位置上又各設置一同樣大小之凹陷，故每一扇形主磁極各有三個凹陷，總共該轉子上共設置有十二個凹陷，用以進一步減少由馬達主磁極磁通造成之自持轉矩，並進一步改善馬達之起動特性。

本發明之更一目的係涵蓋於本發明之第三實施例中，其係在於其進一步以平滑之「第二磁面偏心圓弧」曲線取代以上所述之半圓凹陷。此方法能夠使馬達氣隙之磁通密度徑向分佈值，於接近每一第一磁面偏心圓弧之中間點處之附近得以適度減少，如此可進一步降低馬達之頓轉轉矩，降低馬達運轉時之振動與噪音，並稍微減弱馬達之主磁極磁通，使自行起動式永磁同步馬達由停止至起動運轉時之「暫態」會因馬達之扇形主磁極之磁通所造成之自持轉矩而減少，因而可改善馬達之起動特性。在此第三實施例中，「第二磁面偏心圓弧」之曲率中心 $O2$ 之偏置量 $OS2$ 與「第二磁面偏心圓弧」之半徑 $R2$ 則可作適度之調整配合，使自持轉矩能適當地減少的情況下又能兼顧使馬達氣隙之磁通密度徑向分量分佈成為極接近於正弦波。

本發明用來形成鼠籠繞組之導體容置槽得因應自行起動式永磁同步馬達其起動轉矩與起動特性之要求，而進行各種形式之槽形改變。故本發明之其它目的係在以上每一本發明之三個實施例之每一實施例中皆提供以下所述之四種不同之實施樣態，茲概述如下：

在第一實施樣態中，其轉子導體容置槽數係為圓形槽；



五、發明說明 (8)

在第二實施樣態中，其每一扇形主磁極之永久磁鐵分兩片，每一片之對應圓心角為45度，使轉子之八個永久磁鐵呈正八角形；

在第三實施樣態中，其轉子每一扇形主磁極之永久磁鐵亦分為兩片，每一片之對應圓心角亦為45度，使轉子之八個永久磁鐵呈圖中所示之四花瓣形；以及

在第四實施樣態中，其轉子每一扇形主磁極之永久磁鐵分為四片，每一片之排列方式呈徽章形。

為達到上述之目的，本發明提供一種自行起動式永久磁鐵同步馬達之轉子結構包含一軸心；四個扇形主磁極，其表面圓弧為一第一磁面偏心圓弧，其中心點為從該轉子之中心點O以偏置量為OS1偏置而來之四個第一偏心點O1，又該第一磁面偏心圓弧係使最大氣隙厚度T約為最小氣隙厚度 t_1 之二至五倍；四個永久磁鐵，分別配置於每一扇形主磁極之內圈；複數個用來形成鼠籠繞組之導體容置槽，其形狀呈梨形，其係以對準每一第一偏心點O1之方向呈環狀且等間距排列而配置於該轉子之該外圈之每一該扇形主磁極中；以及四個凹陷，分別設置於每一該扇形主磁極之第一磁面偏心圓弧之中間點。

實施方式：

如第10圖所示為本發明之使用定子直槽之自行起動式永久磁鐵同步馬達1010與仿照本發明之使用定子斜槽之自行起動式永久磁鐵同步馬達1040互相對照之立體爆炸圖。



五、發明說明 (9)

本發明之使用定子直槽之自行起動式永久磁鐵同步馬達 1010 包含一定子 1012，一轉子 1014，及一軸心 1016，其中該定子 1012 具有定子直槽 1018。再者，本發明之使用定子斜槽之自行起動式永久磁鐵同步馬達 1040 包含一定子 1042，一轉子 1044，及一軸心 1046，其中該定子 1042 具有定子斜槽 1048。

如第 11 圖所示，本發明第一實施例之自行起動式永久磁鐵同步馬達 11 包含一外定子 1101 (此後簡稱為定子 1101) 和一內轉子 1121 (此後簡稱為轉子 1121)，以及一夾於兩者間之氣隙 1111。定子 1101 為由複數個矽鋼片所堆疊而成，其內圈含有寬度為 w 之複數個定子齒部 1103 和複數個定子槽部 1105 交錯環狀排列。轉子 1121 亦為由複數個矽鋼片所堆疊而成，其內圈含有一軸心 (spindle) 1120 和四個永久磁鐵 1126，而其外圈含有複數個用來形成鼠籠 (Squirrel cage) 而呈環狀排列之導體容置槽 (conductor slot) 1128 和其間呈突出形狀之轉子齒部 1130。

又如第 11 圖所示， $X-X$ 和 $Y-Y$ 為轉子 1121 之中心線，且轉子 1121 係以與中心線 $X-X$ 和 $Y-Y$ 成 45 度角之徑向分隔線 $L1$ 、 $L2$ 、 $L3$ 、和 $L4$ 區分為圓心角呈 90 度之四個扇形主磁極 (fan-shaped pole) A 、 B 、 C 、和 D 。

第 12 圖為第 11 圖之局部放大圖。如第 12 圖所示，轉子 1121 之中心點為 O ，其磁面圓弧 1122 之曲率半徑為 R 。且轉子 1121 之每一扇形主磁極 A 、 B 、 C 、和 D 之表面圓弧稱為「第一磁面偏心圓弧」1124，其曲率中心 $O1$ 係從 O 所偏置



五、發明說明 (10)

者，其偏置量 001 之長度為 OS1，而其曲率半徑為 R1，因而有如下之關係式， $R - R1 = OS1$ 。

再如第 11 圖所示，第一磁面偏心圓弧 1124 與徑向分隔線 L1、L2、L3、和 L4 分別相交於 a、b、c、和 d 四點，此四點即分別為扇形主磁極 A 之第一磁面偏心圓弧 a b 之兩端點 a 和 b，扇形主磁極 B 之第一磁面偏心圓弧 b c 之兩端點 b 和 c，扇形主磁極 C 之第一磁面偏心圓弧 c d 之兩端點 c 和 d，以及扇形主磁極 D 之第一磁面偏心圓弧 d a 之兩端點 d 和 a。又，此第一磁面偏心圓弧 1124 與中心線 X-X 和 Y-Y 分別相交於扇形主磁極 A、B、C、和 D 範圍內之 e1、f1、g1、h1 四點，而此 e1、f1、g1、h1 四點也分別是扇形主磁極 A、B、C、和 D 之第一磁面偏心圓弧 a b、b c、c d、以及 d a 之中間點。

再如第 11 圖所示，在本發明之第一實施例中，自行起動式永久磁鐵同步馬達 11 在上述扇形主磁極 A、B、C、和 D 範圍內之第一磁面偏心圓弧 a b、b c、c d、d a 之中間點 e1、f1、g1、h1 處分別設置有半圓凹陷 E1、F1、G1、H1，其直徑約為前述定子 1101 之定子齒部 1103 之寬度 w，故其半徑 $r = w/2$ ，且其半圓凹陷 E1、F1、G1、H1 之半圓圓弧兩端係以圓角 (fillet) 1136 的方式與第一磁面偏心圓弧 1124 相連接。

復如第 16、17 圖所示，在本發明之第二實施例中，自行起動式永久磁鐵同步馬達 11 在當每一該扇形主磁極 A、B、C、和 D 之複數個導體容置槽 1128 之數目為偶數時，除



五、發明說明 (11)

了該轉子之齒部 1130 位置上之凹陷以外，其左右相鄰之齒部 1130 位置上又各設置一同樣大小之凹陷。因而，在上述扇形主磁極 A、B、C、和 D 範圍內之第一磁面偏心圓弧 a b、b c、c d、d a 之中間點 e1、f1、g1、h1 處亦即轉子齒部 1132 處所設置之半圓凹陷 E1、F1、G1、H1 之左右相鄰之轉子齒部 1132 處也分別設置半圓凹陷 E2、F2、G2、H2 及 E3、F3、G3、H3，其直徑亦約為前述定子 1101 之定子齒部 1103 之寬度 w，故其半徑 $r1 = w/2$ 及 $r2 = w/2$ ，且其半圓凹陷 E2、F2、G2、H2 及 E3、F3、G3、H3 之半圓圓弧兩端亦係以圓角 (fillet) 1136 的方式與第一磁面偏心圓弧 1124 相連接。而如第 18 圖所示，當每一該扇形主磁極之複數個導體容置槽 1128 之數目為奇數時，除了該轉子之導體容置槽 1128 位置上之凹陷以外，其左右相鄰之導體容置槽 1128 位置上又各設置一同樣大小之凹陷，故每一扇形主磁極各有三個凹陷，總共該轉子上共設置有十二個凹陷。

又如第 19 圖所示，在本發明之第三實施例中，自行起動式永久磁鐵同步馬達 11 在上述每一扇形主磁極 A、B、C、和 D 範圍內，如第 12 圖所展示之一個半圓凹陷 E1、F1、G1、H1 以及如第 16 圖所展示之三個半圓凹陷 E1、F1、G1、H1 和 E2、F2、G2、H2，以及 E3、F3、G3、H3 均去除，而以一「第二磁面偏心圓弧」1901 取代之。如前述，轉子 1121 之中心點為 O，其磁面圓弧 1122 之曲率半徑為 R，且轉子 1121 之每一扇形主磁極 A、B、C、和 D 之表面圓弧稱為「第一磁面偏心圓弧」1124，其曲率中心 O1 係從 O 所偏置者，

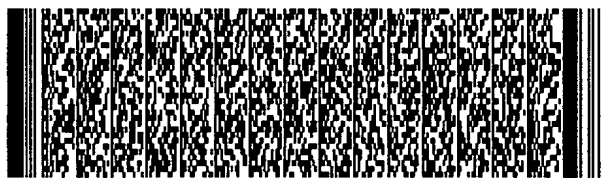


五、發明說明 (12)

其偏置量 O_1 之長度為 OS_1 ，而其曲率半徑為 R_1 ，因而有如下之關係式， $R - R_1 = OS_1$ 。依此類似之情況，此「第二磁面偏心圓弧」1901之曲率中心 O_2 係從 O 所偏置者，其偏置量 O_2 之長度為 OS_2 ，而其曲率半徑為 R_2 ，因而有如下之關係式， $R_2 - R = OS_2$ 。

再參考第 19 圖，在第三實施例中，第二磁面偏心圓弧 1901 與第一磁面偏心圓弧 1124 之相切點在扇形主磁極 A、B、C、D 之範圍內分別為 a_1 和 a_2 、 b_1 和 b_2 、 c_1 和 c_2 、 d_1 和 d_2 。換句話說，在第三實施例中，於扇形主磁極 A、B、C、D 之範圍內，第二磁面偏心圓弧 1901 分別為 $a_1 a_2$ 、 $b_1 b_2$ 、 $c_1 c_2$ 、 $d_1 d_2$ ，而在第一實施例和第二實施例中之第一磁面偏心圓弧 1124 則變為 $a a_1$ 和 $a_2 b$ ； $b b_1$ 和 $b_2 c$ ； $c c_1$ 和 $c_2 d$ ； $d d_1$ 和 $d_2 a$ 。

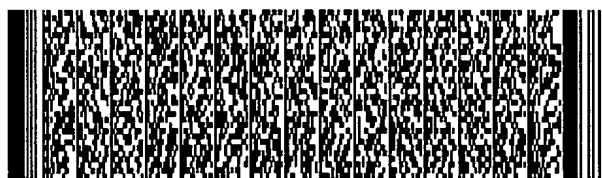
再如第 11 圖所示，前述本發明之自行起動式永久磁鐵同步馬達 11 之四個永久磁鐵 1126 在上述扇形主磁極 A、B、C、和 D 內均含有一個，而其複數個導體容置槽 1128 在上述扇形主磁極 A、B、C、和 D 內均含有相同的數目，而這些複數個導體容置槽 1128 係以曲率中心為 O_1 （見第 12 圖）之「第一磁面偏心圓弧」1124 之徑向（radial. direction）以等間距均勻分佈於轉子 1121 之外圈，且除了如第 14 圖和第 18 圖所示若每一扇形主磁極 A、B、C、D 中之導體容置槽 1128 之數目為奇數時，則每一半圓凹陷處之導體容置槽 1128 需適度地向扇形主磁極 A、B、C、D 之中心 O_1 偏移之外，其餘之每一導體容置槽 1128 均與該曲率中心 O_1 等距



五、發明說明 (13)

離，而相鄰兩導體容置槽 1128 間之突出部分即成為轉子齒部 1130。因此，每一扇形主磁極 A、B、C、D 之導體容置槽 1128 間之角度可以固定，且每一扇形主磁極 A、B、C、D 之導體容置槽 1128 間之間距（亦即轉子齒部 1130 之寬度）會保持相等。導體容置槽 1128 宜採用適當之寬度，但也不宜因過大而使其間相隔之轉子齒部 1130 因寬度過小而使穿過其間之磁力線過於密集而產生磁飽和（magnetic saturation）之現象。至於每兩扇形主磁極相接處之不同扇形主磁極內之兩相鄰導體容置槽 1128 間之間距 1132（相當於轉子齒部 1130）則宜儘量予以縮小，如此除了可減少各永久磁鐵 1126 之極間漏磁外，尚能使馬達氣隙 1111 之磁通密度徑向分量分佈更接近於正弦波之分佈。但間距 1132 之寬度以不小於使轉子 1121 在旋轉時產生之容許最小變形量所需之機械強度為原則。

在第一實施例和第二實施例中，分別如第 11、12、和 13 圖和第 16、17 圖所示，在每一扇形主磁極 A、B、C、D 中之導體容置槽 1128 之數目為偶數之情況下，分別對應於每一扇形主磁極 A、B、C、D 中之半圓凹陷 E1、F1、G1、H1，其與導體容置槽 1128 之相對位置係使每一扇形主磁極 A、B、C、D 中之半圓凹陷 E1、F1、G1、H1 恰位於相鄰兩導體容置槽 1128 之間隙（亦即轉子齒部 1130）當中。但如第 14 圖和第 18 圖所示，若每一扇形主磁極 A、B、C、D 中之導體容置槽 1128 之數目為奇數時，則每一半圓凹陷 E1、F1、G1、H1 恰好對準環列於轉子 1121 外圈中之導體容置槽 1128。此



五、發明說明 (14)

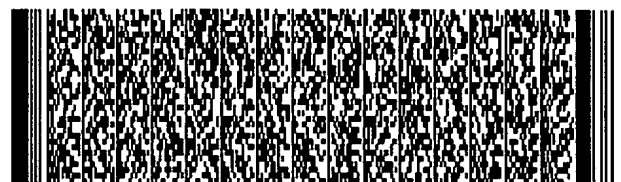
時位於 $e1$ 、 $f1$ 、 $g1$ 、 $h1$ 各點之該對準於半圓凹陷 $E1$ 、 $F1$ 、 $G1$ 、 $H1$ 之導體容置槽 1128 則需適度地向轉子 1121 之中心 O 偏移。

第 13 圖為第 12 圖之局部放大圖。在第 12 圖和第 13 圖中之虛線表示以轉子 1121 之中心 O 為圓心而以轉子半徑 R 為半徑所作之磁面圓弧 1122，用來突顯以偏置之曲率中心 $O1$ 且其曲率半徑為 $R1$ 之第一磁面偏心圓弧 1124 相對於磁面圓弧 1122 之曲率變化。如第 15 圖所示並參考第 12 圖，依前述，本發明之轉子 11 之每一扇形主磁極 A 、 B 、 C 、 D 之磁極表面使用一與轉子磁面圓弧之曲率中心 O 偏置之曲率中心 $O1$ 之第一磁面偏心圓弧 1124，使馬達氣隙 1111 (也見第 11 圖) 之厚度形成一不均勻而漸進式之變化分佈，其氣隙厚度最小者為 $t1$ ，位於半圓凹陷 $E1$ 、 $F1$ 、 $G1$ 、 $H1$ 所在之 $e1$ 、 $f1$ 、 $g1$ 、 $h1$ 各點，亦即扇形主磁極 A 、 B 、 C 、 D 內各第一磁面偏心圓弧 $a b$ 、 $b c$ 、 $c d$ 、 $d a$ 之中間點，而其氣隙厚度最大者為 T ，分別位於各第一磁面偏心圓弧 $a b$ 、 $b c$ 、 $c d$ 、 $d a$ 之兩端點 a 和 b ； b 和 c ； c 和 d ；以及 d 和 a 。第一磁面偏心圓弧曲率中心 $O1$ 之偏置量 $OS1$ 與第一磁面偏心圓弧半徑 $R1$ 則可作適度之調整配合，使馬達氣隙之「最小厚度」與「最大厚度」之比值範圍變化約介於 $1:2 \sim 1:4$ 之間，例如最小氣隙厚度為 $t1$ ，最大氣隙厚度為 $T = 2t1 \sim 5t1$ 之間。其目的係使馬達氣隙之磁通密度徑向分量分佈 (radial. air gap magnetic flux density distribution) 成為如第 22 圖所示，極接近於正弦波



五、發明說明 (15)

(sinusoidal wave); 且使馬達之頓轉轉矩 (cogging torque) 更為降低。再者，馬達氣隙 1111 之磁通密度之徑向分佈值中，如第 24 圖所示，如前述，在第一實施例中，本發明之在每一第一磁面偏心圓弧之中間點 e1、f1、g1、h1 所設置之半圓凹陷 E1、F1、G1、H1；和如第 25 圖所示，在第二實施例中，本發明之在每一第一磁面偏心圓弧之中間點 e1、f1、g1、h1 及其左右相鄰之轉子齒部 1130 位置所設置之三個半圓凹陷 E1、F1、G1、H1 和 E2、F2、G2、H2，以及 E3、F3、G3、H3。；以及如第 26 圖所示，在第三實施例中，進一步以平滑之第二磁面偏心圓弧 1901 取代以上所述之半圓凹陷，以上這些方法均能夠使馬達氣隙 1111 之磁通密度之徑向分佈值，於接近每一第一磁面偏心圓弧之中間點 e1、f1、g1、h1 處之附近得以適度減少，其減少量為如第 24 圖所示第一實施例中之 M、和如第 25 圖所示第二實施例中之 N、以及如第 26 圖所示第三實施例中之 P，如此可進一步降低馬達之頓轉轉矩，降低馬達運轉時之振動與噪音，並稍微減弱馬達之主磁極磁通，使自行起動式永磁同步馬達由停止至起動運轉時之暫態會因馬達之扇形主磁極 A、B、C、D 之磁通所造成之自持轉矩 (self-retaining torque) 而減少，因而可改善馬達之起動特性。在第三實施例中，可將第二磁面偏心圓弧曲率中心 O2 之偏置量 OS2 與第二磁面偏心圓弧半徑 R2 做適度之調整配合，使馬達氣隙之「最小厚度」與「最大厚度」之比值範圍變化約介於 1: 2 ~ 1: 4 之間，例如最小氣隙厚度為 t2，最大氣隙厚



五、發明說明 (16)

度為 $T = 2t^2 \sim 5t^2$ 之間。如此，可使自持轉矩能適當地減少的情況下又能兼顧使馬達氣隙之磁通密度徑向分量分佈成為極接近於正弦波。其結果，氣隙之磁通密度徑向分量分佈為如第 26 圖所示。其目的係使馬達氣隙之磁通密度徑向分量分佈 (radial. air gap magnetic flux density distribution) 成為如第 22 圖所示，極接近於正弦波 (sinusoidal wave)；且使馬達之頓轉轉矩 (cogging torque) 更為降低。與第 22 圖比對，如第 23 圖所示之習知之自行起動式永久磁鐵同步馬達之氣隙之磁通密度之徑向分佈與正弦波形狀相去甚？。

此外，本發明之轉子表面採用偏心之圓弧，當馬達負載增加而使定子繞線所構成之磁場跟著增加時，會因採用偏心之圓弧而其轉子之每一主磁極兩端之氣隙較大，而能有效減弱定子繞線磁場對永久磁鐵造成退磁 (demagnetization) 所產生之影響。

如以上所述，在本發明之三個實施例之每一實施例中，轉子之鼠籠之導體容置槽，可依照自行起動式永磁同步馬達之起動轉矩與起動特性之要求而進行各種槽形之改變，且本發明之每一扇形主磁極中之永久磁鐵可為單片 (如第 27 圖所示)、雙片 (如第 28、29 圖所示)、或多片 (如第 30 圖所示) 所合成。每一實施例皆有以下所述之各種分別如第 27、28、29、和 30 圖所示之不同之實施樣態。茲概述如下：

本發明用來形成鼠籠繞組之導體容置槽得因應自行起



五、發明說明 (17)

動式永磁同步馬達其起動轉矩與起動特性之要求進行各式槽形之改變。如第 27 圖所示者之第一實施樣態中，其轉子導體容置槽數係為圓形槽。

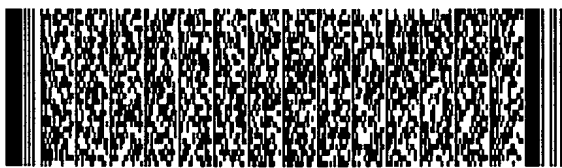
如第 28 圖所示者之第二實施樣態中，其每一扇形主磁極 A、B、C、D 之永久磁鐵分為兩片，每一片之對應圓心角為 45 度，使轉子之八個永久磁鐵呈正八角形。

如第 29 圖所示者之第三實施樣態中，其轉子每一扇形主磁極 A、B、C、D 之永久磁鐵亦分為兩片，每一片之對應圓心角亦為 45 度，使轉子之八個永久磁鐵呈圖中所示之四花瓣形。

如第 30 圖所示者之第四實施樣態中，其轉子每一扇形主磁極 A、B、C、D 之永久磁鐵分為四片，每一片之排列方式呈徽章形。

本發明之自行起動式永久磁鐵同步馬達 11 每一扇形主磁極永久磁鐵之設置，係位於轉子之鼠籠之導體容置槽之內側，使永久磁鐵得於轉子之鼠籠結構之壓鑄製造完成後，再行置於轉子永久磁鐵容置槽內，如此不但可確保永久磁鐵不受轉子之鼠籠結構壓鑄製造時之高溫影響，每片永久磁鐵於置於轉子永久磁鐵容置槽前，尚可事先進行磁性特性量測，確保自行起動式永磁同步馬達性能之穩定與可靠。

由於本發明採用轉子之磁面偏心圓弧，可獲得極接近於正弦波之氣隙之磁通密度徑向分量分佈，如此可不須如傳統自行起動式永磁同步馬達，為避免轉子使用價格昂貴

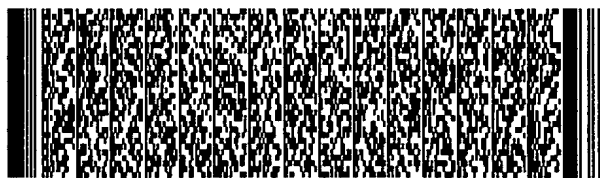


五、發明說明 (18)

之高磁能積之稀土永久磁鐵，造成極大之頓轉扭力 (cogging torque)，使馬達產生起動不良與運轉振動之缺點，而必須將定子鐵心採用斜槽 (skew) 之結構，如此將大幅提高定子繞線之困難度與生產成本；因此本發明可獲得較大之主磁極之磁通量，又因定子不需使用斜槽，因此可有效提高自行起動式永磁同步馬達之運轉效率與功率因數，並有效減少自行起動式永磁同步馬達之運轉振動與噪音。而每一第一磁面偏心圓弧中心處，設置一直徑接近馬達定子齒部寬度之半圓凹陷，使馬達之主磁極磁通適度減弱，使自行起動式永磁同步馬達由停止至起動運轉時之暫態，由馬達主磁極磁通造成之自持轉矩 (self-retaining torque) 得以減少，馬達之起動特性得以改善。

此外，由於本發明之轉子表面採用偏心之圓弧，當馬達負載增加時，即使定子繞線所構成之磁場伴隨增加，但由於每一扇形主磁極兩端之氣隙較大，故可有效減弱定子繞線磁場對永久磁鐵造成退磁 (demagnetization) 之影響。

惟以上所舉之實施例僅在說明較佳的實施型態，並不能以之限制本發明實施之範圍，舉凡依申請專利範圍所作的均等變化與修飾，皆仍屬本發明專利涵蓋範圍之內。



圖式簡單說明

圖式之簡單說明：

第 1圖為習知美國專利 US 5,952,757號，Boyd et al.之「LSPM馬達」之結構示意圖。

第 2圖為習知美國專利 US 5,097,166號，Mikulic，之「交流永磁馬達定子之轉子積層」之結構示意圖。

第 3圖為習知美國專利 US 4,922,152號，Gleghorn et al.之「同步機轉子積層」之結構示意圖。

第 4圖為習知美國專利 US 4,748,359號，Yahara et al.之「具有正弦波磁通模式之永久磁鐵馬達」之結構示意圖。

第 5圖為習知美國專利 US 4,358,696號，Liu et al.之「永久磁鐵同步馬達轉子」之結構示意圖。

第 6圖為習知美國專利 US 4,139,790號，Steen.之「加入直交軸之積層同步馬達轉子」之結構示意圖。

第 7圖中華民國專利 TW 371,126，康基宏等人之「永磁式感應同步機轉子結構改良(一)」之結構示意圖。

第 8圖為中華民國專利 TW 362,843，康基宏等人之「永磁式感應同步機轉子結構改良(二)」之結構示意圖。

第 9圖為習知日本專利特開 2003-23740 (P2003-23740A)，照山英俊之「永磁式電動機之永磁式轉子」之結構示意圖。

第 10圖為本發明之使用定子直槽之自行起動式永久磁鐵同步馬達與仿照本發明之使用定子斜槽之自行起動式永久磁鐵同步馬達互相對照之立體爆炸圖。。



圖式簡單說明

第 11圖 為本發明之自行起動式永久磁鐵同步馬達之轉子結構之第一實施例之結構示意圖。

第 12圖 為本發明之自行起動式永久磁鐵同步馬達之轉子結構之第一實施例中，在每一扇形主磁極中之導體容置槽之數目為偶數之情況下，半圓凹陷之位置示意圖。

第 13圖 為為第 12圖之局部放大圖，用來突顯第一磁面偏心圓弧相對於磁面圓弧之曲率變化。

第 14圖 為本發明之自行起動式永久磁鐵同步馬達之轉子結構之第一實施例中，在每一扇形主磁極中之導體容置槽之數目為奇數之情況下，半圓凹陷之位置示意圖。

第 15圖 為本發明之自行起動式永久磁鐵同步馬達之轉子結構中，第一磁面偏心圓弧使馬達氣隙厚度之變化分佈，其氣隙厚度最小者為 t_1 ，而其氣隙厚度最大者為 T 。

第 16圖 為本發明之自行起動式永久磁鐵同步馬達之轉子結構之第二實施例中，在每一扇形主磁極中之導體容置槽之數目為偶數之情況下，半圓凹陷之位置示意圖。

第 17圖 為為第 16圖之局部放大圖，用來突顯第一磁面偏心圓弧相對於磁面圓弧之曲率變化。

第 18圖 為本發明之自行起動式永久磁鐵同步馬達之轉子結構之第二實施例中，在每一扇形主磁極中之導體容置槽之數目為奇數之情況下，半圓凹陷之位置示意圖。

第 19圖 為本發明之自行起動式永久磁鐵同步馬達之轉子結構之第三實施例之結構示意圖。



圖式簡單說明

- 第 20圖 為 第 19圖 之 局 部 放 大 圖，用 來 突 顯 第 一 磁 面 偏 心 圓 弧 和 第 二 磁 面 偏 心 圓 弧 相 對 於 磁 面 圓 弧 之 曲 率 變 化。
- 第 21圖 為 本 發 明 之 自 行 起 動 式 永 久 磁 鐵 同 步 馬 達 之 轉 子 結 構 之 第 三 實 施 例 中，第 一 磁 面 偏 心 圓 弧 和 第 二 磁 面 偏 心 圓 弧 使 馬 達 氣 隙 厚 度 之 變 化 分 佈，其 氣 隙 厚 度 最 小 者 為 t_2 ，而 其 氣 隙 厚 度 最 大 者 為 T 。
- 第 22圖 顯 示 本 發 明 之 自 行 起 動 式 永 久 磁 鐵 同 步 馬 達 之 轉 子 結 構 之 第 一 實 施 例 中，馬 達 氣 隙 之 磁 通 密 度 徑 向 分 佈 極 接 近 於 正 弦 波。
- 第 23圖 顯 示 習 知 之 自 行 起 動 式 永 久 磁 鐵 同 步 馬 達 之 氣 隙 之 磁 通 密 度 徑 向 分 佈 圖，其 馬 達 氣 隙 之 磁 通 密 度 徑 向 分 佈 與 正 弦 波 形 狀 相 去 甚 ？。
- 第 24圖 顯 示 本 發 明 之 自 行 起 動 式 永 久 磁 鐵 同 步 馬 達 之 轉 子 結 構 之 第 一 實 施 例 中，馬 達 氣 隙 之 磁 通 密 度 徑 向 分 佈 圖，其 中 凹 陷 所 在 位 置 之 磁 通 密 度 徑 向 減 少 量 為 M 。
- 第 25圖 顯 示 本 發 明 之 自 行 起 動 式 永 久 磁 鐵 同 步 馬 達 之 轉 子 結 構 之 第 二 實 施 例 中，馬 達 氣 隙 之 磁 通 密 度 徑 向 分 佈 圖，其 中 凹 陷 所 在 位 置 之 磁 通 密 度 徑 向 減 少 量 為 N 。
- 第 26圖 顯 示 本 發 明 之 自 行 起 動 式 永 久 磁 鐵 同 步 馬 達 之 轉 子 結 構 之 第 三 實 施 例 中，馬 達 氣 隙 之 磁 通 密 度 徑 向 分 佈 圖，其 磁 通 密 度 之 徑 向 分 佈 之 最 大 減 少 量 為 P 。
- 第 27圖 顯 示 本 發 明 之 自 行 起 動 式 永 久 磁 鐵 同 步 馬 達 之 轉 子 結 構 之 三 個 實 施 例 之 每 一 實 施 例 之 第 一 實 施 樣 態 中，其 轉 子 導 體 容 置 槽 為 圓 形 槽。



圖式簡單說明

- 第 28圖 顯示本發明之自行起動式永久磁鐵同步馬達之轉子結構之三個實施例之每一實施例之第二實施樣態中，其每一扇形主磁極之永久磁鐵分為兩片，使轉子之八個永久磁鐵呈正八角形。
- 第 29圖 顯示本發明之自行起動式永久磁鐵同步馬達之轉子結構之三個實施例之每一實施例之第三實施樣態中，其每一扇形主磁極之永久磁鐵分為兩片，使轉子之八個永久磁鐵呈圖中所示之四花瓣形。
- 第 30圖 顯示本發明之自行起動式永久磁鐵同步馬達之轉子結構之三個實施例之每一實施例之第四實施樣態中，其每一扇形主磁極之永久磁鐵分為四片，每一片之排列方式呈徽章形。

符號說明

- 1010 本發明之使用定子直槽之自行起動式永久磁鐵同步馬達
- 1040 仿照本發明之使用定子斜槽之自行起動式永久磁鐵同步馬達
- 1012、1042 定子
- 1014、1044 轉子
- 1016、1046 軸心
- 1018 定子直槽
- 1048 定子斜槽。
- 11 自行起動式永久磁鐵同步馬達



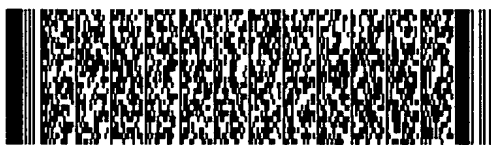
圖式簡單說明

- 1101 定子
- 1103 定子齒部
- 1105 定子槽部
- 1111 馬達氣隙
- 1120 軸心
- 1121 內轉子
- 1122 磁面圓弧
- 1124 第一磁面偏心圓弧
- 1126 永久磁鐵
- 1128 導體容置槽
- 1130 轉子齒部
- 1132 兩相鄰導體容置槽間之间距
- 1136 圓角
- 1901 第二磁面偏心圓弧
- A、B、C、D 扇形主磁極
- E1、F1、G1、H1、E2、F2、G2、H2、E3、F3、G3、H3
- 半圓凹陷
- L1、L2、L3、L4 徑向分隔線
- M、N 馬達氣隙之徑向磁通密度之減少量
- O 轉子之中心點
- O1 第一偏心點
- O2 第二磁面偏心圓弧之曲率中心；第二偏心點
- OS1 第一磁面偏心圓弧之曲率中心之偏置量
- OS2 第二磁面偏心圓弧之曲率中心之偏置量



圖式簡單說明

R	磁面圓弧之曲率半徑
R1	第一磁面偏心圓弧之半徑
R2	第二磁面偏心圓弧之半徑
r	半圓凹陷之半徑
T	最大氣隙厚度
t1	最小氣隙厚度
w	半圓凹陷之直徑
X-X、Y-Y	轉子之中心線
a、b、c、d	磁面偏心圓弧之端點
ab、bc、cd、da	第一磁面偏心圓弧
e1、f1、g1、h1	磁面偏心圓弧之中間點



六、申請專利範圍

1. 一種自行起動式永久磁鐵同步馬達之轉子結構，該馬達包含一外定子（簡稱為定子）和一內轉子（簡稱為轉子），以及一夾於兩者間之氣隙，該定子之內圈含有寬度為 w 之複數個定子齒部和複數個定子槽部且呈交錯環狀排列，該轉子區分為內圈與外圈而其中心點為 O ，且其磁面圓弧之半徑為 R ，該轉子結構包括：

一軸心，位於該轉子之內圈中心；

四個扇形主磁極，其每一扇形主磁極之圓心角呈 90° ，且其表面圓弧為一第一磁面偏心圓弧，其中心點為從該轉子之中心點 O 以偏置量為 OS_1 偏置而來之四個第一偏心點 O_1 ，且其半徑各為 R_1 ，故有如次之關係式， $R - R_1 = OS_1$ ，又該第一磁面偏心圓弧係使最大氣隙厚度 T 約為最小氣隙厚度 t_1 之二至五倍，亦即有如次之關係式， $T = 2t_1 \sim 5t_1$ ；

四個永久磁鐵，分別配置於每一扇形主磁極之內圈；

複數個導體容置槽，用來形成鼠籠繞組，其形狀呈梨形，其係以對準每一第一偏心點 O_1 之方向呈環狀且等間距排列而配置於該轉子之該外圈之每一該扇形主磁極中，其間距處並形成呈突出形狀之轉子齒部，而其位於每兩個扇形主磁極間之間距則較小；以及

四個凹陷，分別設置於每一該扇形主磁極之第一磁面偏心圓弧之中間點，呈半圓形且其半徑為 r ，又其寬度為 w ，且當每一該扇形主磁極之複數個導體容置槽之數目為偶數時，該凹陷之位置係對準轉子之齒部，而當每一該扇



六、申請專利範圍

形主磁極之複數個導體容置槽之數目為奇數時，該凹陷之位置係對準轉子之導體容置槽；

其中，除了當每一扇形主磁極中之導體容置槽之數目為奇數時，每一半圓凹陷處之導體容置槽需適度地向扇形主磁極之中心 01 偏移之外，其餘之每一導體容置槽均與該曲率中心 01 等距離。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之自行起動式永久磁鐵同步馬達之轉子結構，其中該導體容置槽之形狀呈圓形。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之自行起動式永久磁鐵同步馬達之轉子結構，其中該每一扇形主磁極之永久磁鐵分為兩片，每一片之對應圓心角為 45 度，使轉子之八個永久磁鐵呈如第 28 圖中所示之正八角形。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之自行起動式永久磁鐵同步馬達之轉子結構，其中該每一扇形主磁極之永久磁鐵亦分為兩片，每一片之對應圓心角亦為 45 度，使轉子之八個永久磁鐵呈如第 29 圖所示之四花瓣形。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之自行起動式永久磁鐵同步馬達之轉子結構，其中該每一扇形主磁極之永久磁鐵分為四片，其排列方式呈如第 30 圖所示之徽章形。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之自行起動式永久磁鐵同步馬達之轉子結構，其中每一該扇形主磁極之複數個導體容置槽之數目為偶數時，除了該轉子之齒部位置上之凹陷以外，其左右相鄰之齒部位置上又各設置一同樣大小之凹陷；而當每一該扇形主磁極之複數個導體容置槽之



六、申請專利範圍

數目為奇數時，除了該轉子之導體容置槽位置上之凹陷以外，其左右相鄰之導體容置槽位置上又各設置一同樣大小之凹陷，故每一扇形主磁極各有三個凹陷，總共該轉子上共設置有十二個凹陷。

- 7.如申請專利範圍第6項所述之自行起動式永久磁鐵同步馬達之轉子結構，其中該導體容置槽之形狀呈圓形。
- 8.如申請專利範圍第6項所述之自行起動式永久磁鐵同步馬達之轉子結構，其中該每一扇形主磁極之永久磁鐵分為兩片，每一片之對應圓心角為45度，使轉子之八個永久磁鐵呈如第28圖中所示之正八角形。
- 9.如申請專利範圍第6項所述之自行起動式永久磁鐵同步馬達之轉子結構，其中該每一扇形主磁極之永久磁鐵亦分為兩片，每一片之對應圓心角亦為45度，使轉子之八個永久磁鐵呈如第29圖所示之四花瓣形。
- 10.如申請專利範圍第6項所述之自行起動式永久磁鐵同步馬達之轉子結構，其中該每一扇形主磁極之永久磁鐵分為四片，其排列方式呈如第30圖所示之徽章形。
- 11.如申請專利範圍第1項所述之自行起動式永久磁鐵同步馬達之轉子結構，其中每一扇形主磁極凹陷均去除，而以一「第二磁面偏心圓弧」取代之，而此「第二磁面偏心圓弧」之曲率中心O2（第二偏心點）係從該轉子之中心O所偏置，其偏置量OO2之長度為OS2，而其曲率半徑為R2，因而有如下之關係式， $R2 - R = OS2$ ，又該第二磁面偏心圓弧係使最大氣隙厚度T約為最小氣隙厚度t2之二



六、申請專利範圍

至五倍，亦即有如次之關係式， $T = 2t_2 \sim 5t_2$ 。

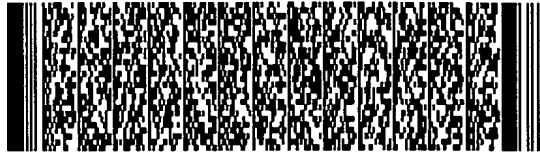
- 12.如申請專利範圍第11項所述之自行起動式永久磁鐵同步馬達之轉子結構，其中該導體容置槽之形狀呈圓形。
- 13.如申請專利範圍第11項所述之自行起動式永久磁鐵同步馬達之轉子結構，其中該每一扇形主磁極之永久磁鐵分為兩片，每一片之對應圓心角為45度，使轉子之八個永久磁鐵呈如第28圖中所示之正八角形。
- 14.如申請專利範圍第11項所述之自行起動式永久磁鐵同步馬達之轉子結構，其中該每一扇形主磁極之永久磁鐵亦分為兩片，每一片之對應圓心角亦為45度，使轉子之八個永久磁鐵呈如第29圖所示之四花瓣形。
- 15.如申請專利範圍第11項所述之自行起動式永久磁鐵同步馬達之轉子結構，其中該其中該每一扇形主磁極之永久磁鐵分為四片，其排列方式呈如第30圖所示之徽章形。



第 1/34 頁



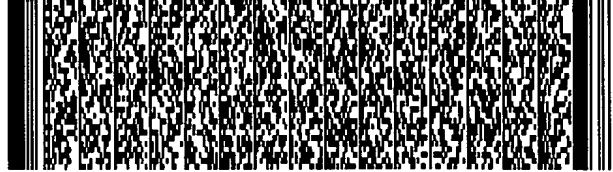
第 2/34 頁



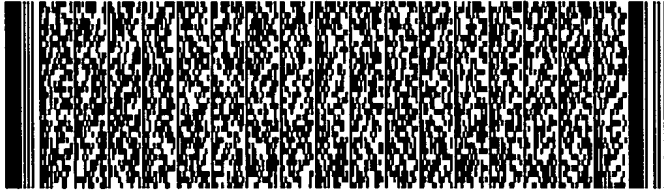
第 3/34 頁



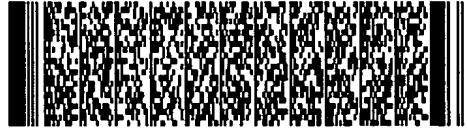
第 3/34 頁



第 4/34 頁



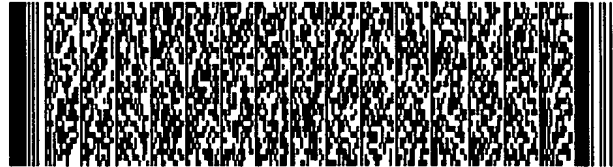
第 5/34 頁



第 6/34 頁



第 7/34 頁



第 7/34 頁



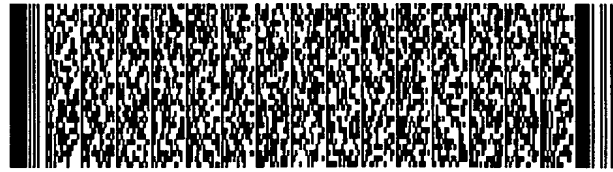
第 8/34 頁



第 8/34 頁



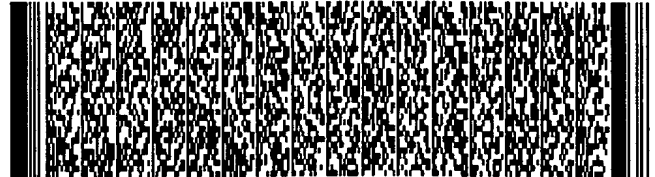
第 9/34 頁



第 9/34 頁



第 10/34 頁



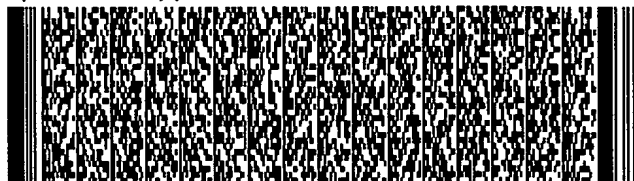
第 10/34 頁



第 11/34 頁



第 11/34 頁



第 12/34 頁



第 12/34 頁



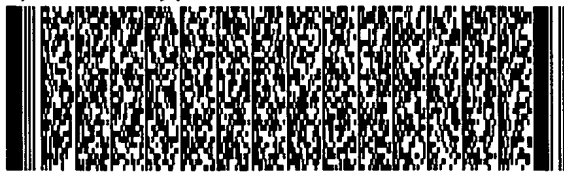
第 13/34 頁



第 13/34 頁



第 14/34 頁



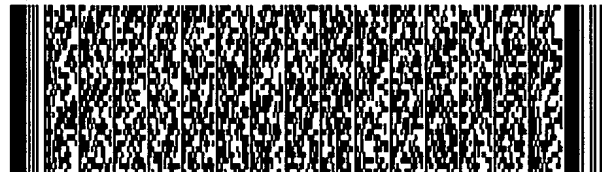
第 14/34 頁



第 15/34 頁



第 15/34 頁



第 16/34 頁



第 16/34 頁



第 17/34 頁



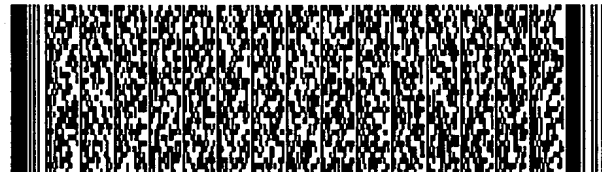
第 17/34 頁



第 18/34 頁



第 18/34 頁



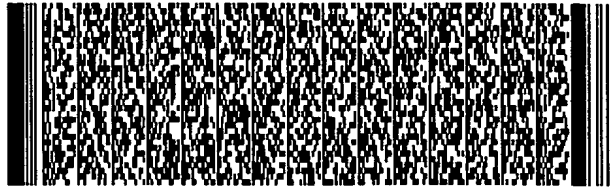
第 19/34 頁



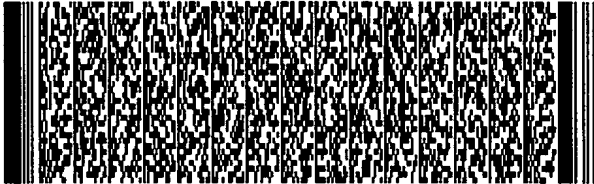
第 19/34 頁



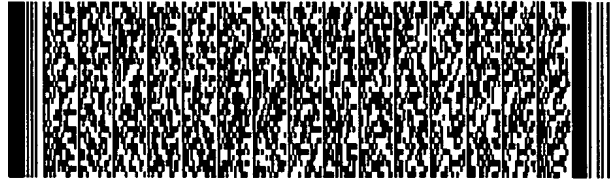
第 20/34 頁



第 20/34 頁



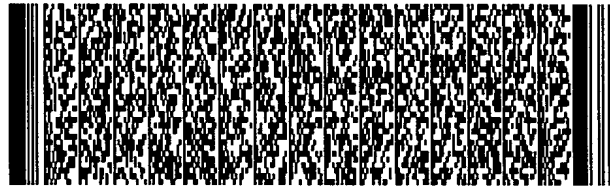
第 21/34 頁



第 21/34 頁



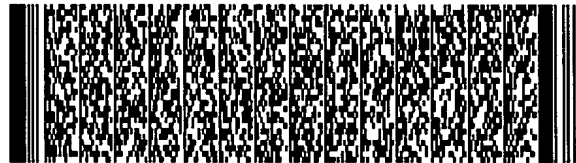
第 22/34 頁



第 22/34 頁



第 23/34 頁



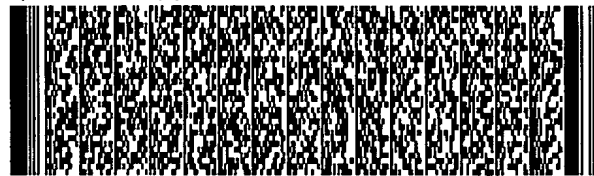
第 23/34 頁



第 24/34 頁



第 24/34 頁



第 25/34 頁



第 25/34 頁



第 26/34 頁



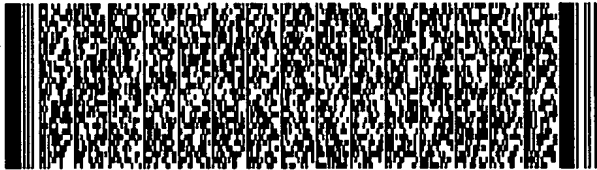
第 27/34 頁



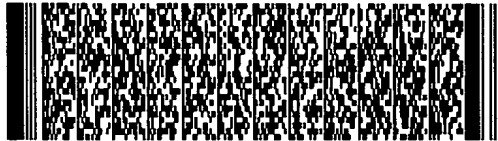
第 28/34 頁



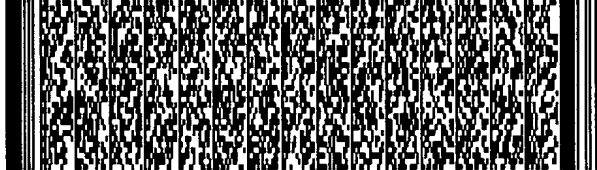
第 29/34 頁



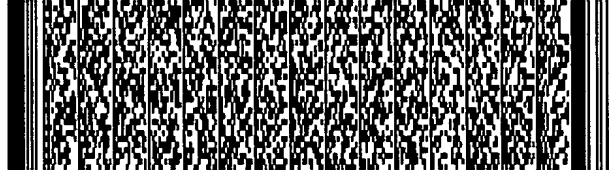
第 30/34 頁



第 31/34 頁



第 31/34 頁



第 32/34 頁



第 32/34 頁



第 33/34 頁

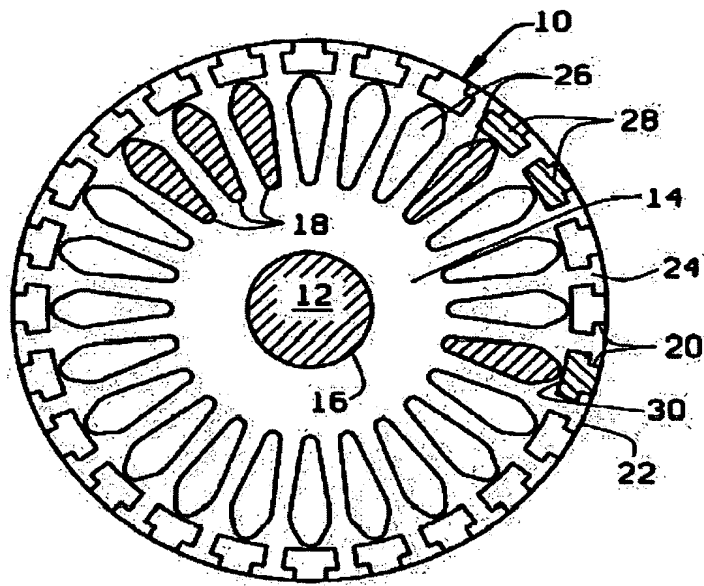


第 33/34 頁

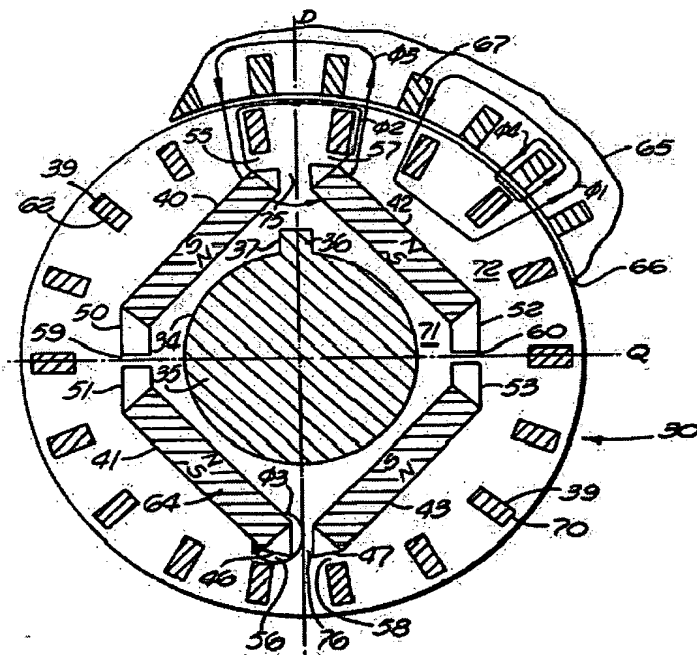


第 34/34 頁

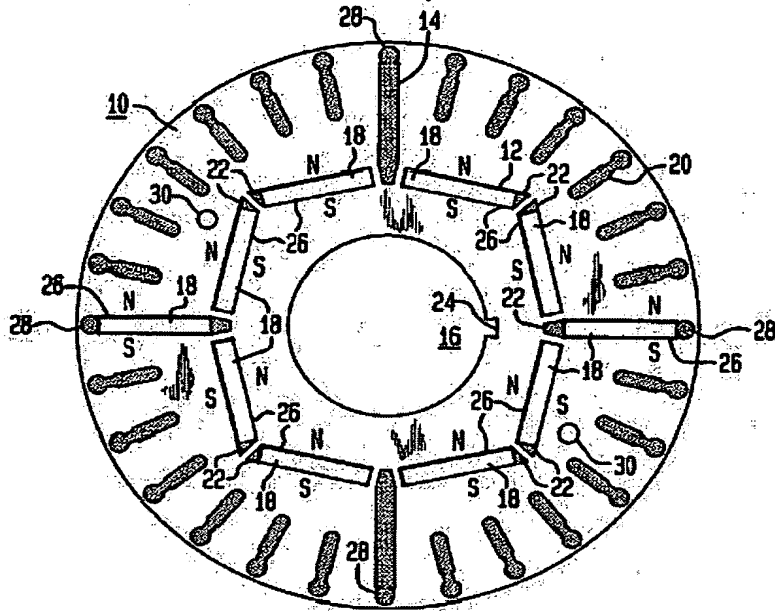




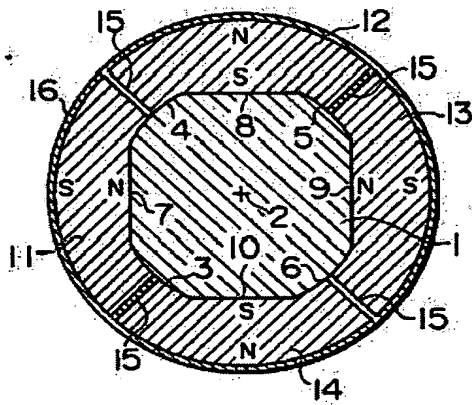
第 1 圖



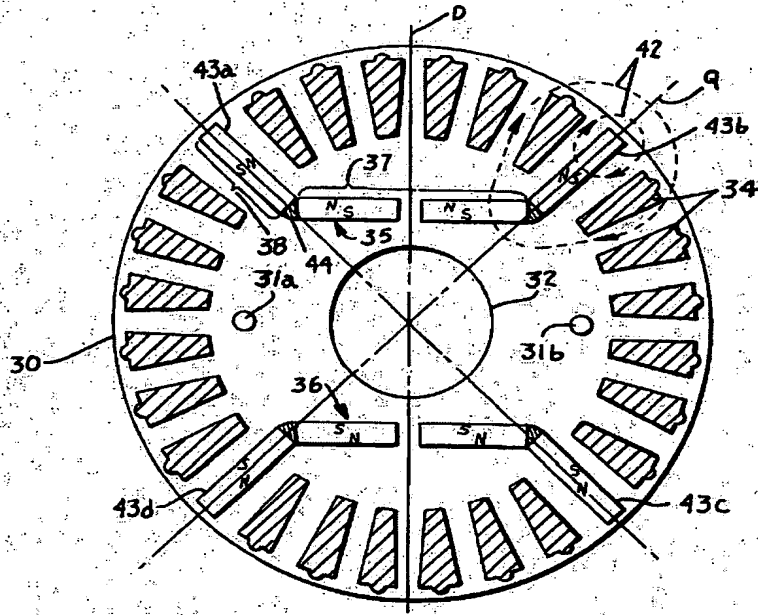
第 2 圖



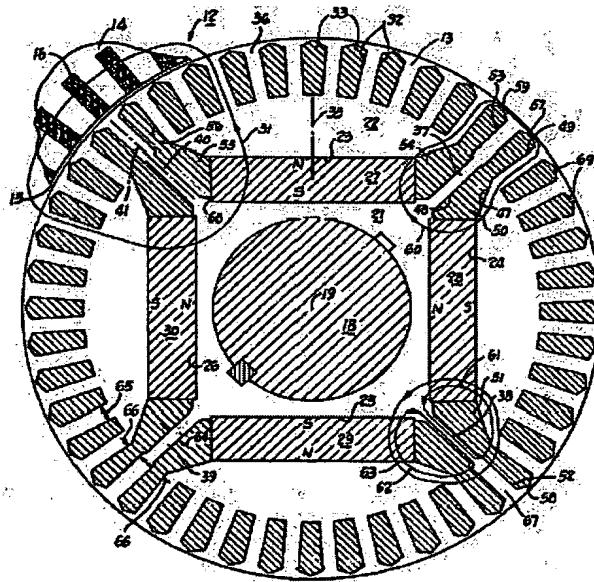
第 3 圖



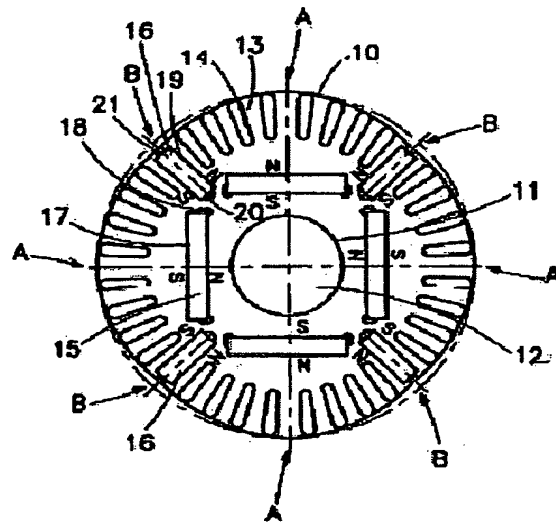
第 4 圖



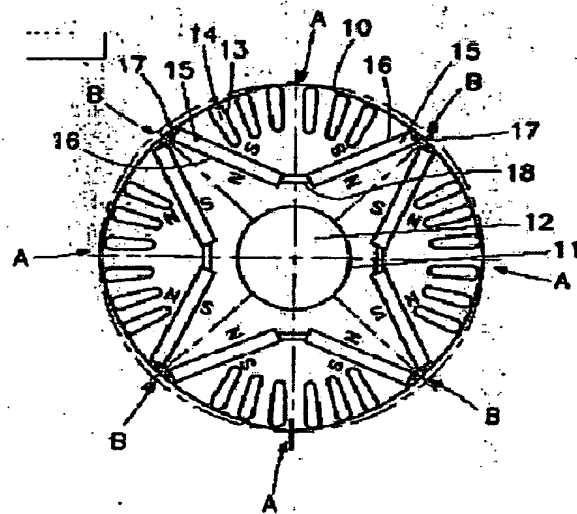
第 5 圖



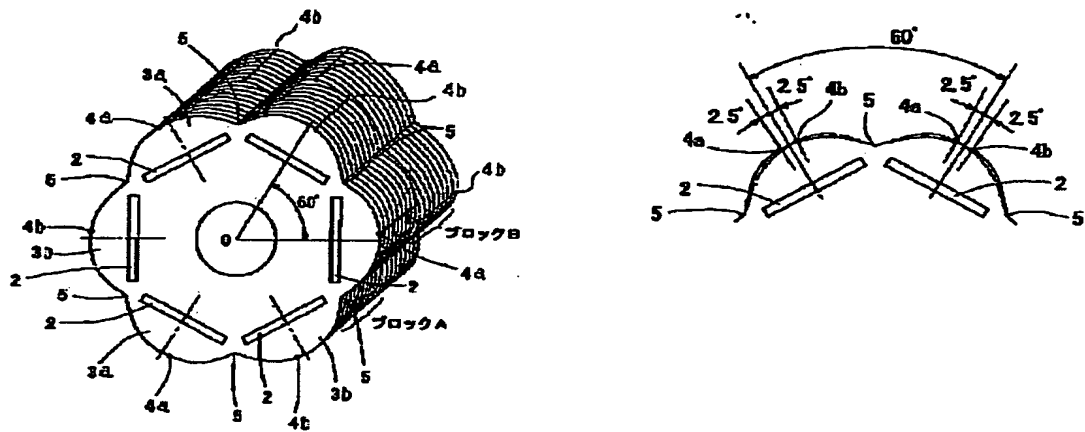
第 6 圖



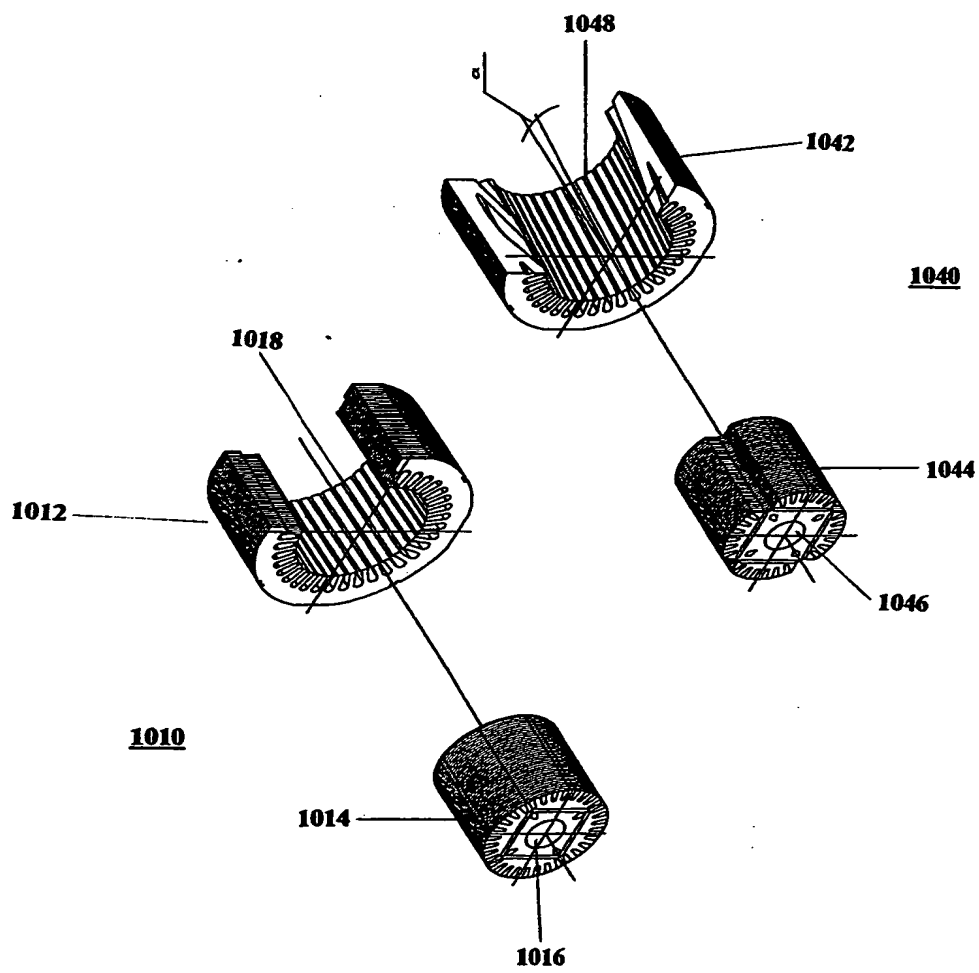
第 7 圖



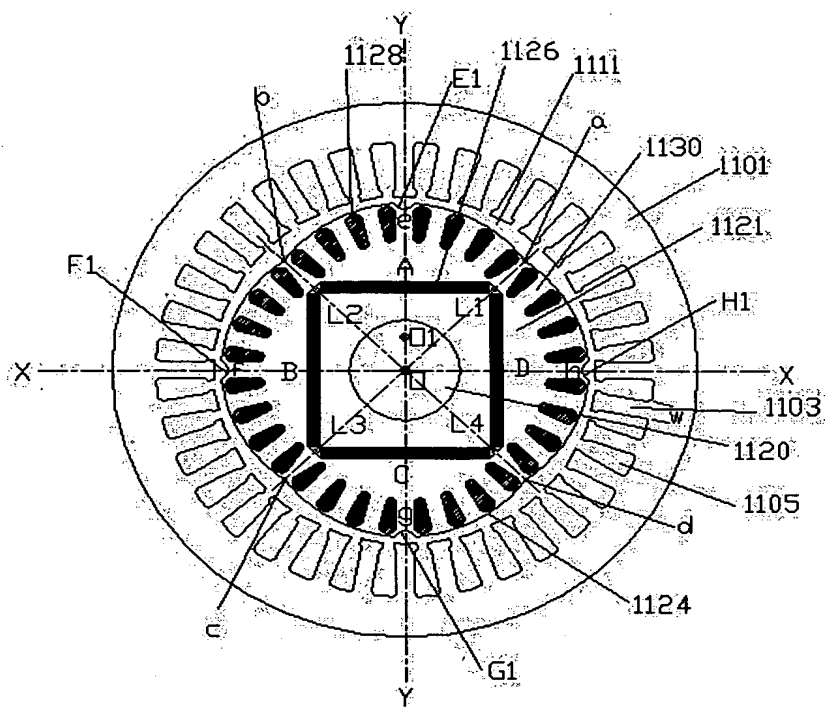
第 8 圖



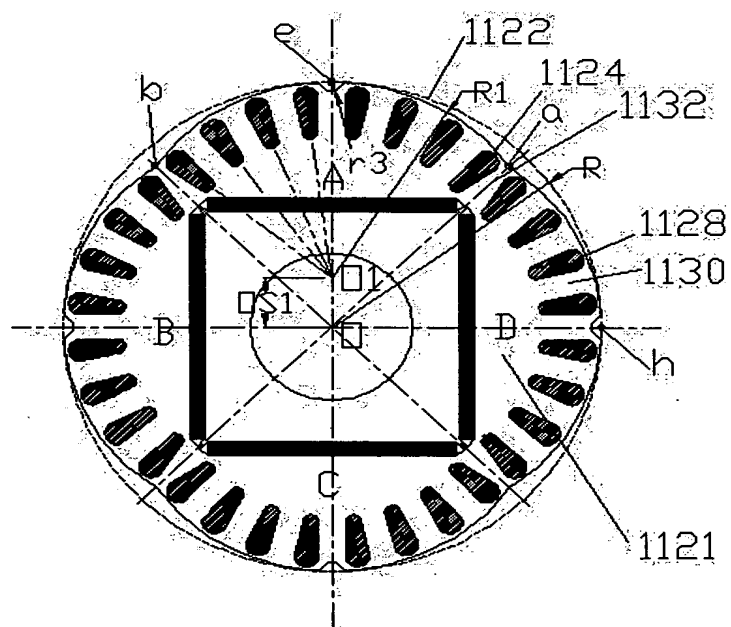
第 9 圖



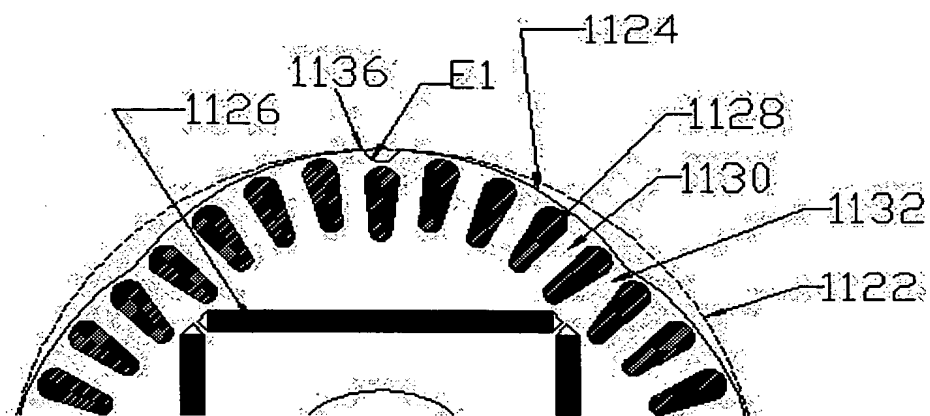
第 10 圖



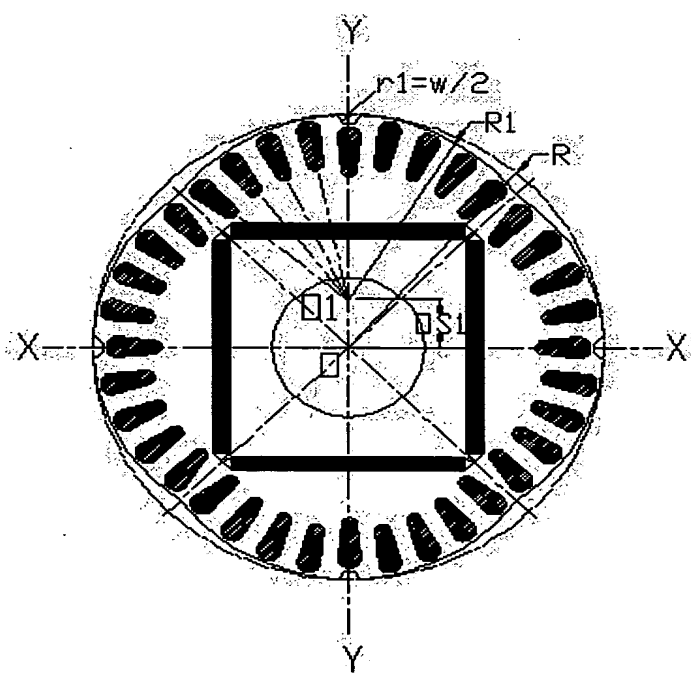
第 11 圖



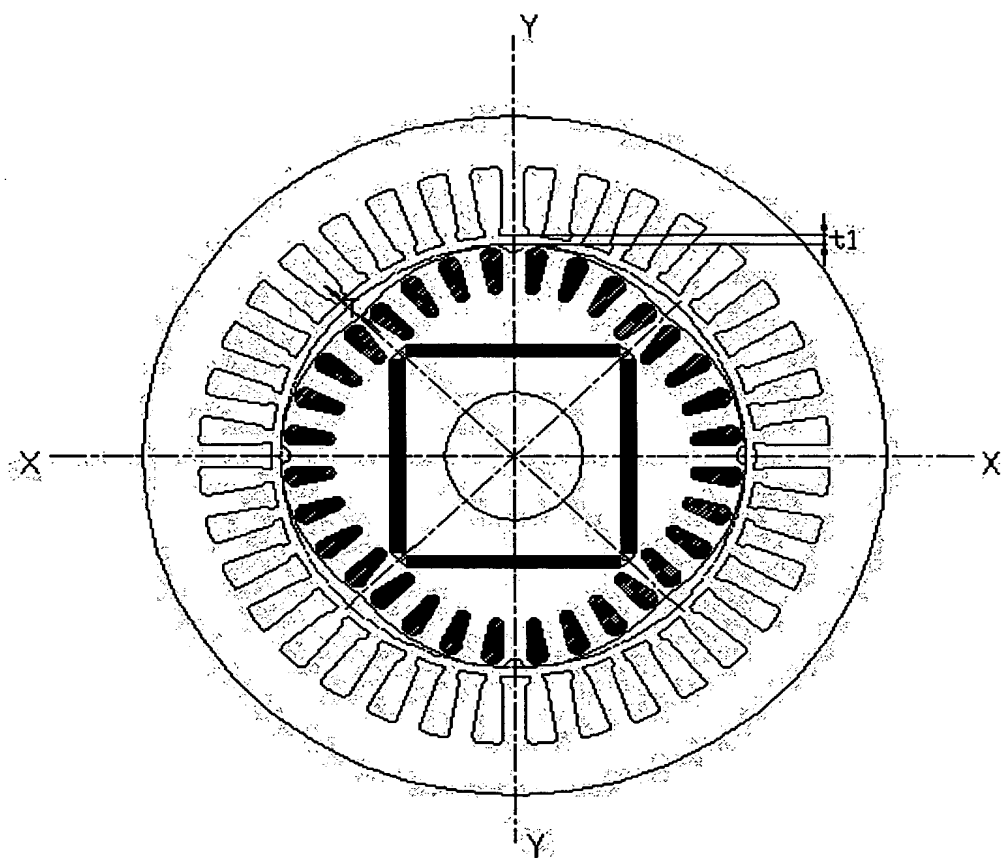
第 12 圖



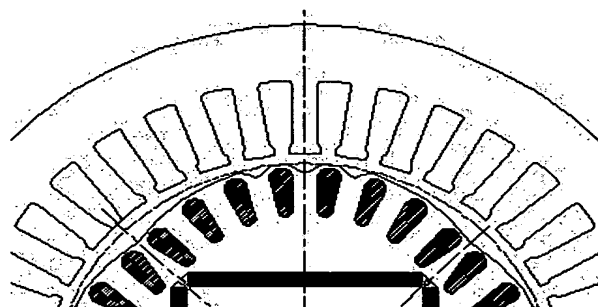
第 13 圖



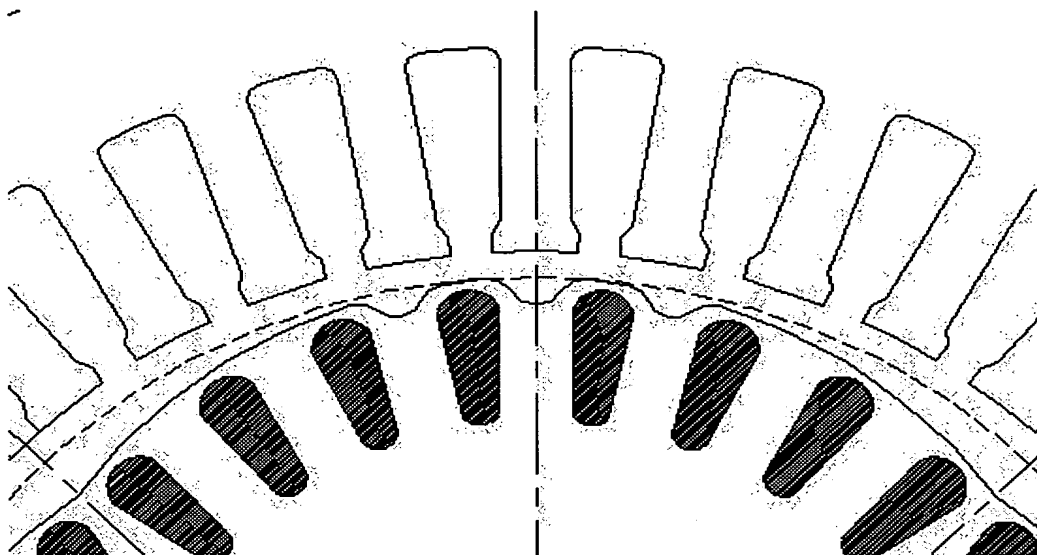
第 14 圖



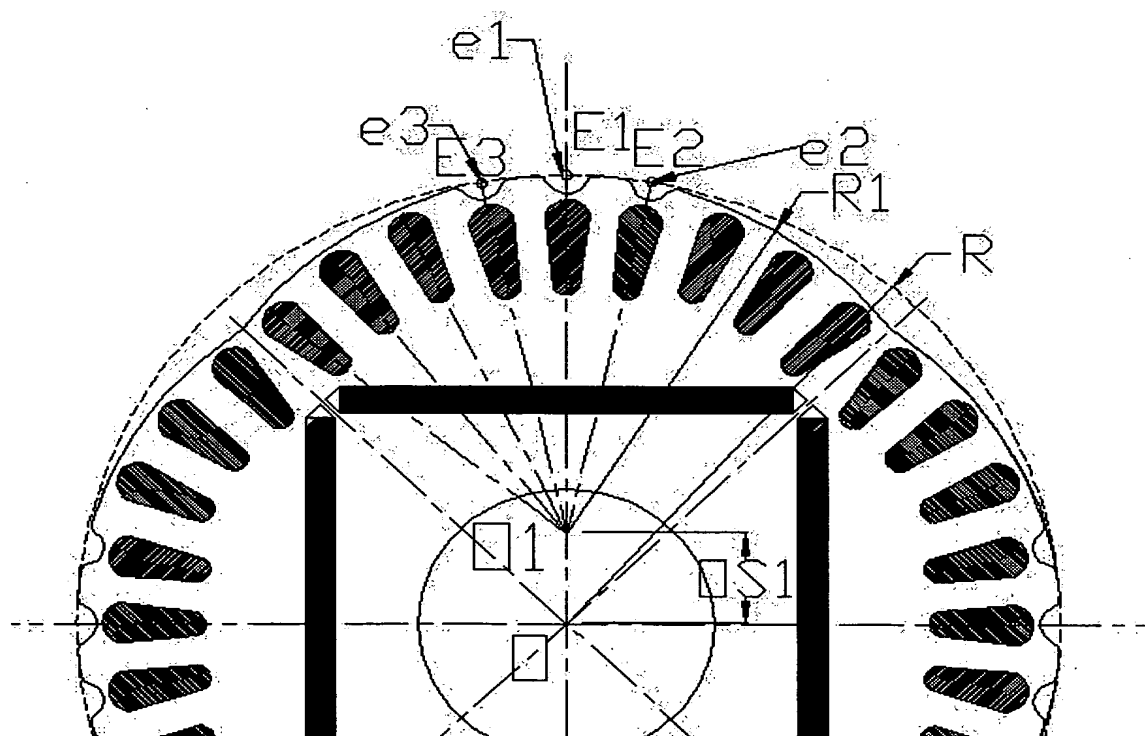
第 15 圖



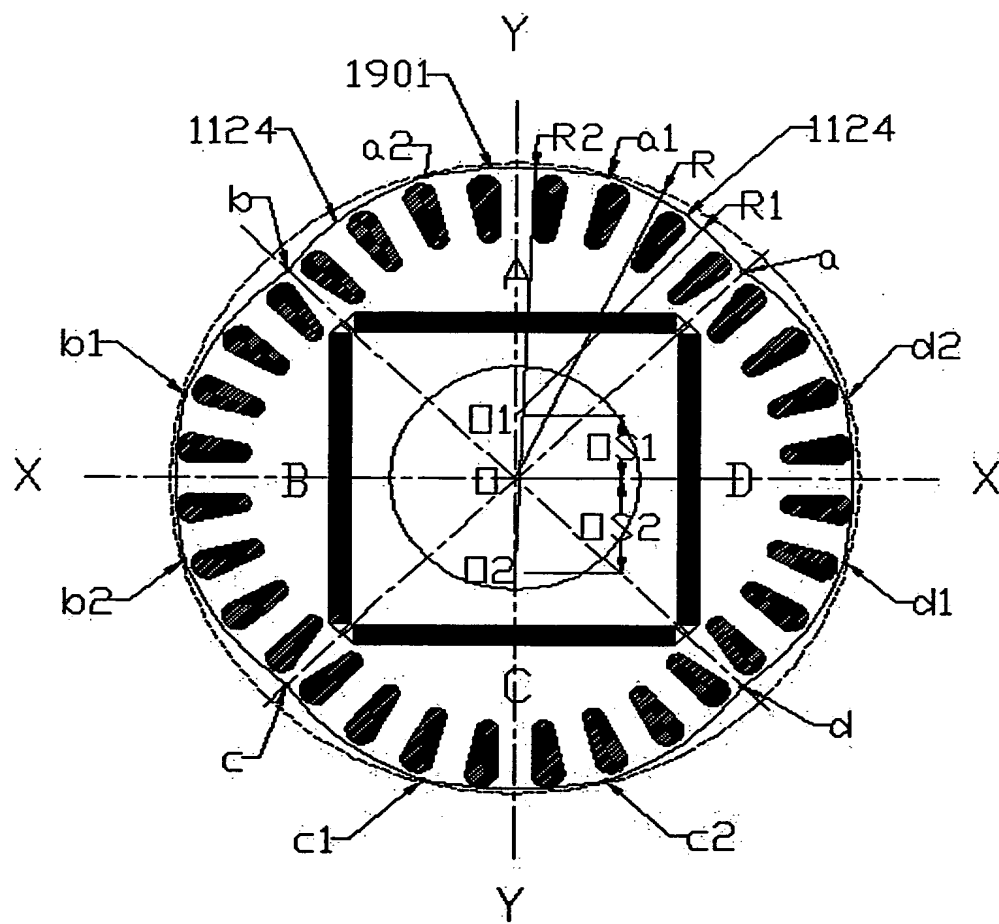
第 16 圖



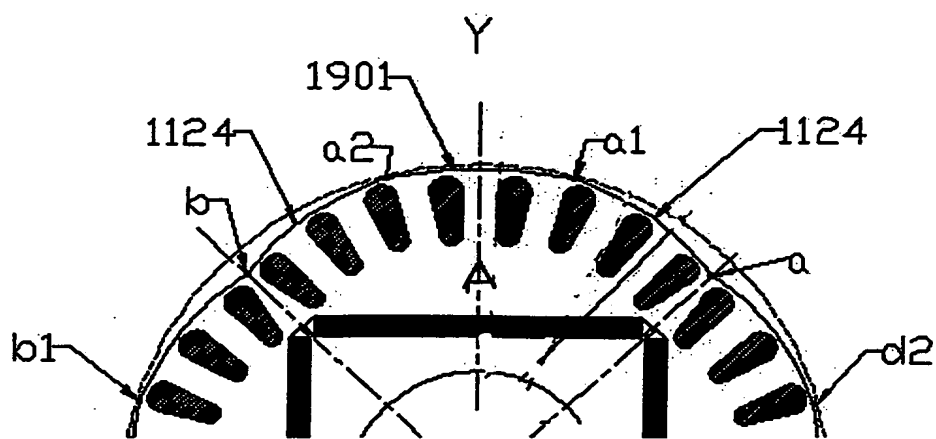
第 17 圖



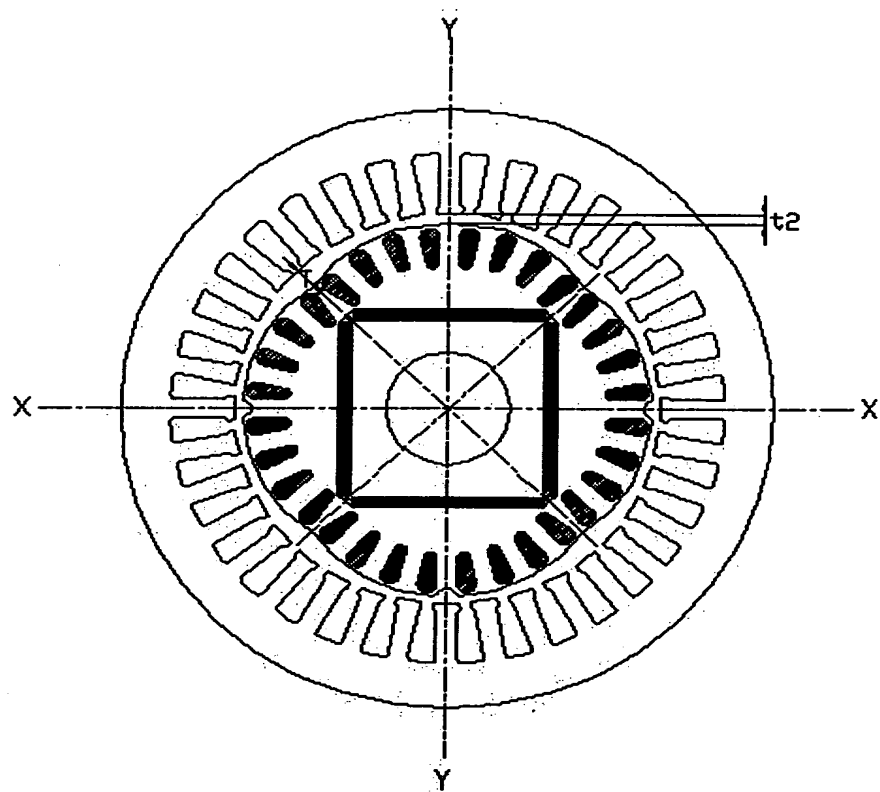
第 18 圖



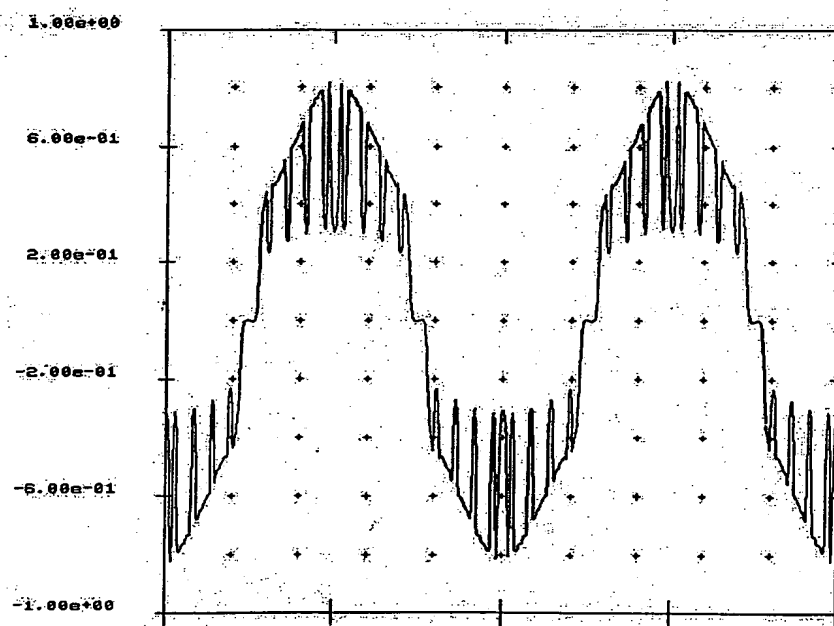
第 19 圖



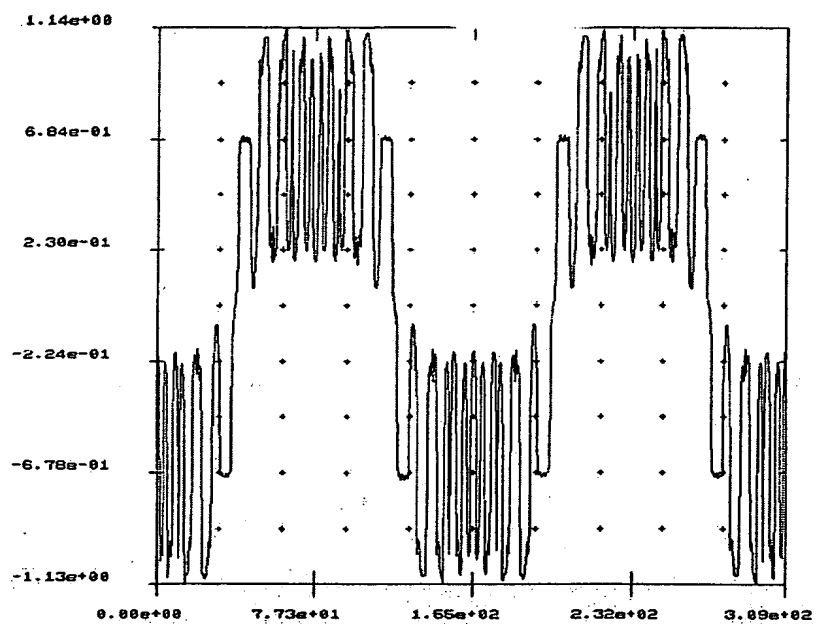
第 20 圖



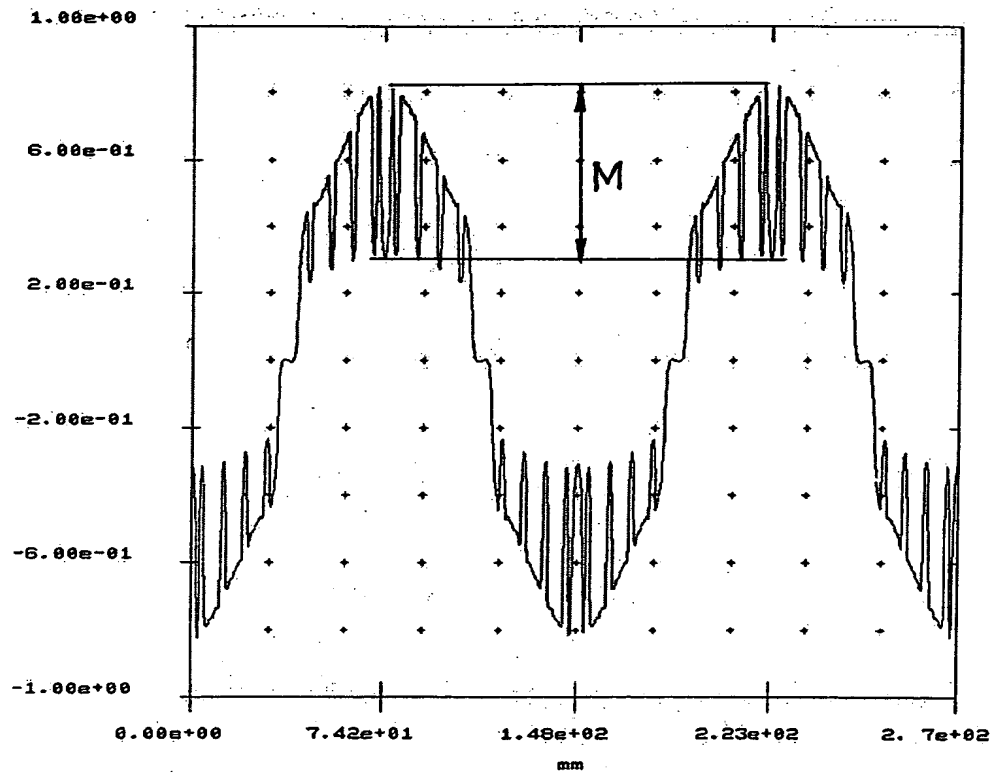
第 21 圖



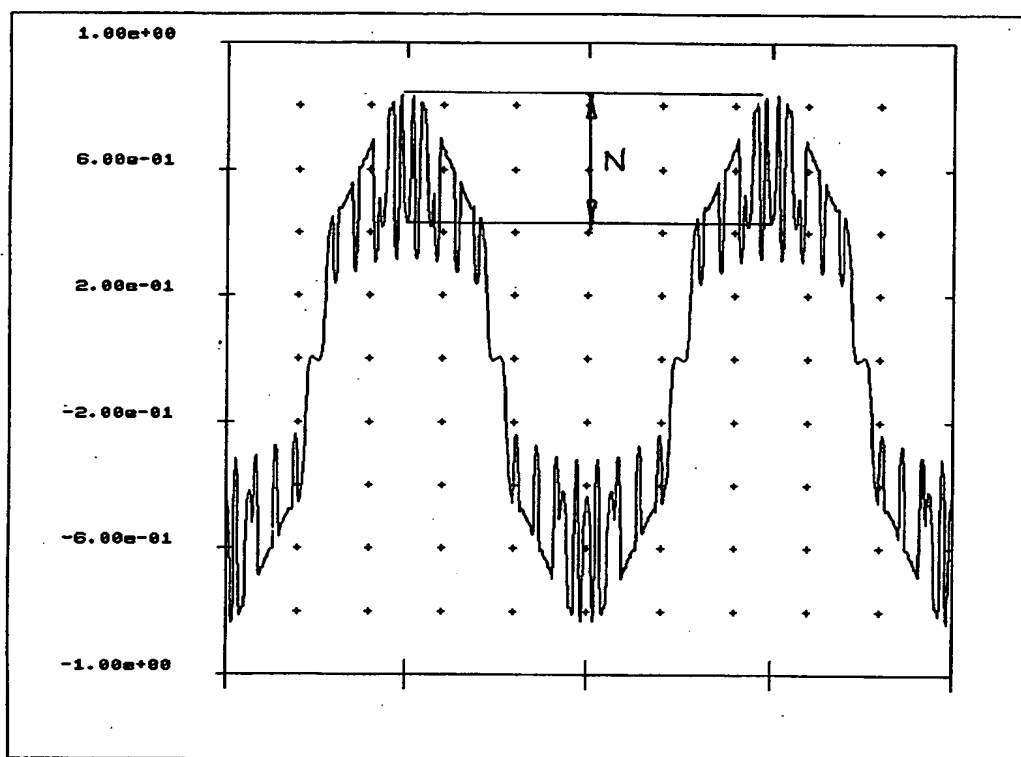
第 22 圖



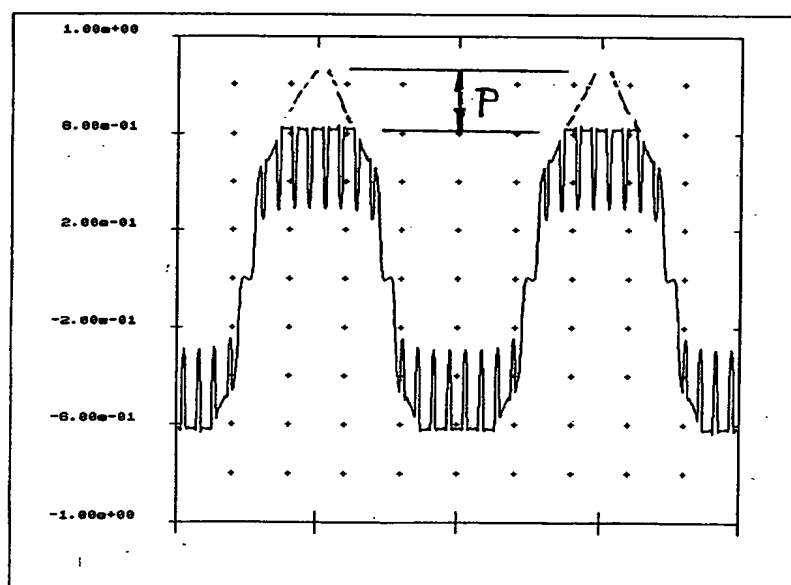
第 23 圖



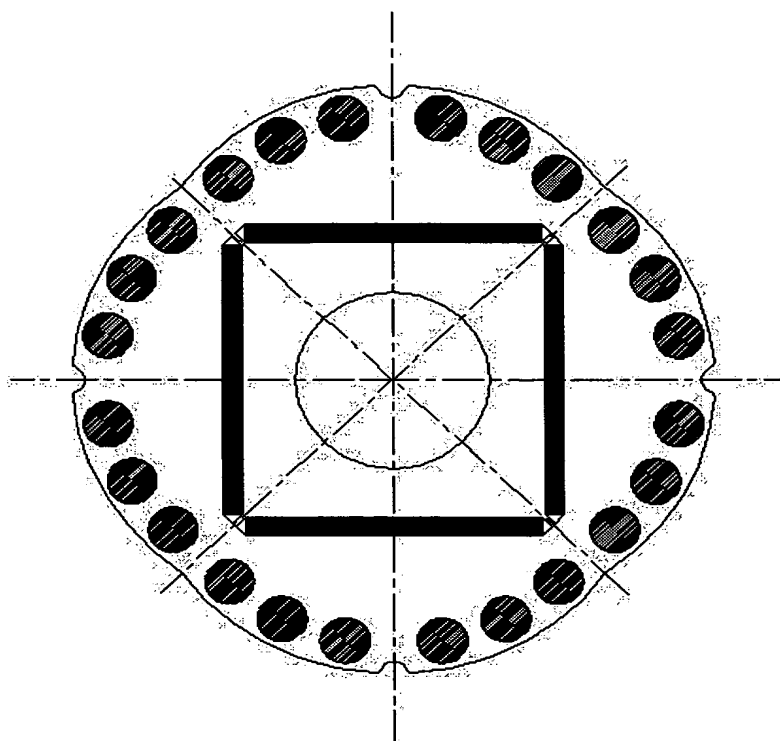
第 24 圖



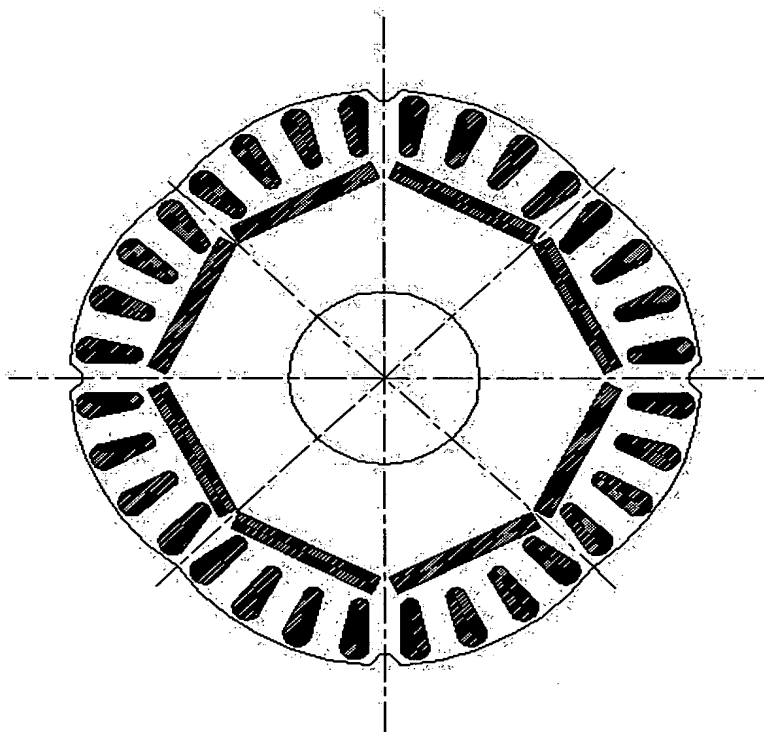
第 25 圖



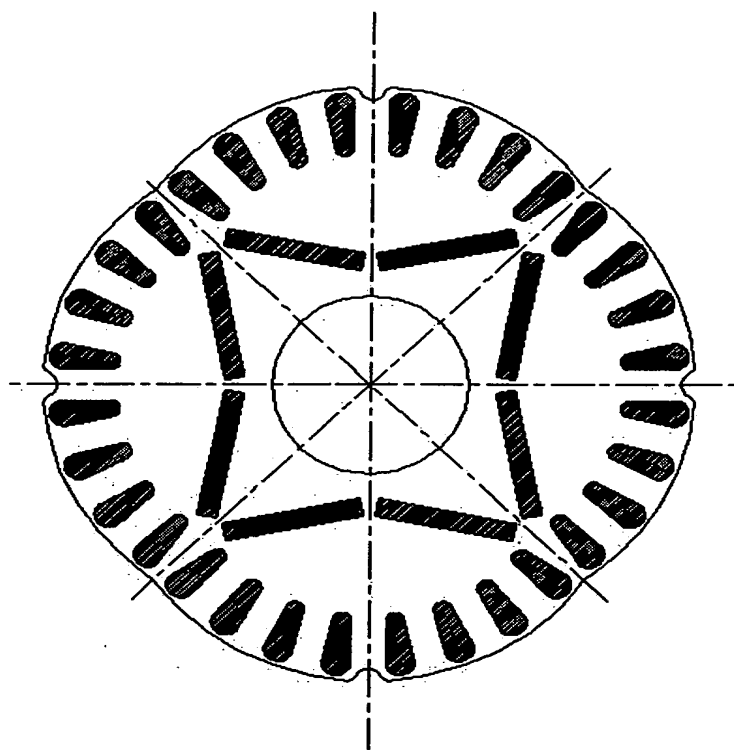
第 26 圖



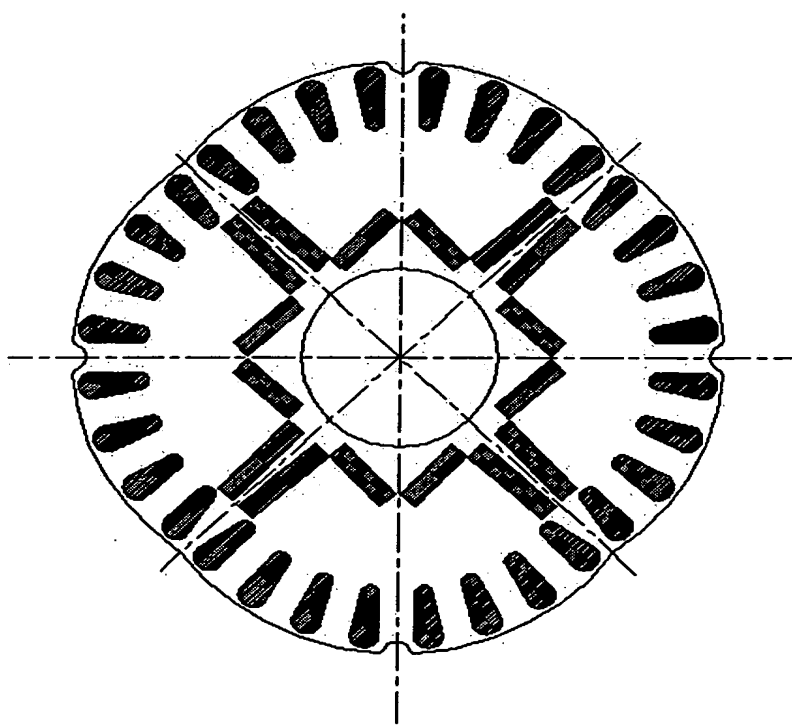
第 27 圖



第 28 圖



第 29 圖



第 30 圖